

Beyträge

zur nähern Kenntniss

des

Galvanismus

und

der Resultate seiner Untersuchung.

Herausgegeben

von

I. W. Ritter.

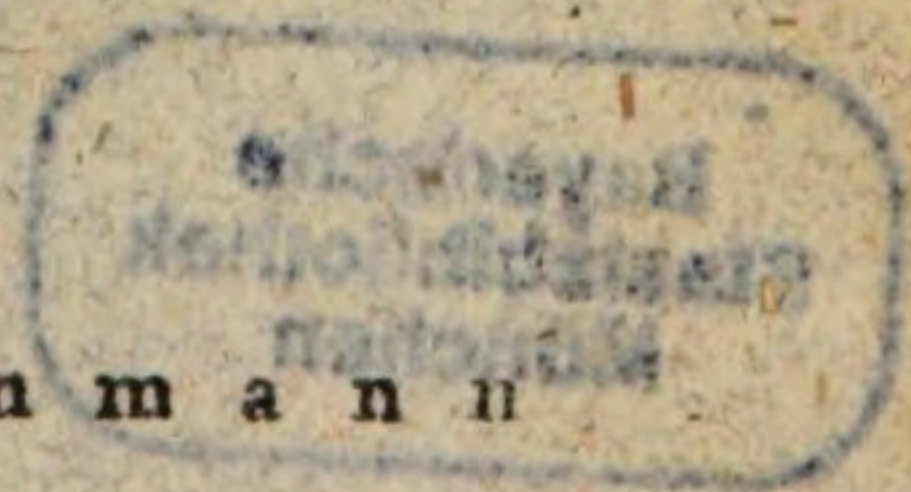
Ersten Bandes erstes und zweytes Stück.

Mit drey Kupfertafeln.

Jena,

bei Friedrich Frommann

1800.



**Bayerische
Staatsbibliothek
München**

I. W. R i t t e r ' s

Beyträge

z u r n ä h e r n K e n n t n i s s

des

G a l v a n i s m u s

Ersten Bandes erstes und zweytes Stück.

I n h a l t.

I. Bericht an die Classe der mathematischen und physikalischen Wissenschaften des National-Instituts über die ersten Versuche, welche die für die Untersuchung und Festsetzung der Erscheinungen des Galvanismus ernannte Commission im Floreal und Prairial des Jahres 5 angestellt hat. S. 1 — 110.

II. Beweis, daß die Galvanische Action oder der Galvanismus auch in der Anorganischen Natur möglich und wirklich sey; vom Herausgeber. S. 111 — 284.

Bericht

an

die Classe der mathematischen und physikalischen Wissenschaften

des

National-Instituts

über

die ersten Versuche, welche die für
die Untersuchung und Festsetzung
der Erscheinungen

des

Galvanismus

ernannte Commission

im Floreal und Prairial des Jahres 5 angestellt hat.

E i n l e i t u n g.

Die Versuche, welche die von dem National-Institut für die Festsetzung der Phänomene des Galvanismus ernannte Commission*) angestellt hat, sind zwar bey weitem noch nicht hinreichend, diesem Zweck völlig zu entsprechen; ihre Zahl ist indessen so beträchtlich, und sie

*) Diese Commission bestand aus den Bürgern Coulomb, Sabathier, Pelletan, Charles, Fourcroy, Vauquelin, Guyton und Hallé.

Der Bürger Venturi aus Modena hatte die Güte, sich mit den Gliedern dieser Commission zur Wiederholung der in diesem Bericht enthaltenen Versuche zu verbinden, und nachher hatten sie noch das Glück, die in dem 6. Abschnitt erzählten, in Gesellschaft des Hrn. von Humboldt im Prairial des Jahres 6. zu wiederholen.

Das über die Versuche geführte Protocoll befindet sich bey dem Secretariat des Instituts, und auf dasselbe beziehen sich die in dem Verfolg dieses Berichts vorkommenden Citate.

A. d. Orig.

Dass man letztere in der Uebersetzung nicht weggelassen hat, wird denen nicht unangenehm seyn, welche den natürlichen Gang der Untersuchung, und wie die Verf. von diesem Versuch auf jenen geleitet wurden, näher zu verfolgen wünschen.

A. d. Uebers.

selbst sind so interessant, daß wir glauben, dem Institut von ihren Resultaten Bericht erstatten zu müssen, ehe wir zu neuen Versuchen übergehen.

Wir werden uns bey der umständlicheren Erzählung unserer Versuche nicht genau an die Ordnung binden, in der sie angestellt wurden: die Umstände, denen man während dem Verlauf der Untersuchung seines Gegenstandes unterworfen ist, verbinden sich selten in derjenigen Ordnung, welche die schicklichste wäre, um das Ganze in den Geist anderer überzutragen. Wir haben daher die folgende gewählt, indem wir glauben, daß dieselbe nicht bloß für die Aneinanderreihung der Resultate, die wir bereits erhalten haben, sondern auch zur Vorbereitung auf die, welche wir in der Folge noch erhalten werden, eine der schicklichsten sey.

Zur Hervorbringung der Wirkungen, welche die Eigenschaft thierischer Körper characterisiren, die unter dem Namen Galvanismus bekannt ist, wird, wie bekannt, im Allgemeinen erfordert, daß man vermittelst Galvanischer

Instrumente zwey mehr oder weniger von einander entfernte Punkte in einer Reihe nervigter und muskulöser Organe mit einander in Verbindung setze. Daraus folgt, daß das ganze System dieser Verbindung, im Augenblick seiner Herstellung, einen geschlossenen Kreis bildet, der in zwey Abtheilungen zerfällt, welche durch die beyden Punkte begrenzt werden, in denen die Galvanischen Instrumente die thierischen Organe berühren; ferner, daß die eine dieser Abtheilungen aus den Organen des Thieres, die den Einfluß aufnehmen sollen, die andere aber durch die Instrumente, vermittelt deren man diesen Einfluß erregt, gebildet werde.

Wir werden die erste dieser Abtheilungen des vollständigen Kreisses den thierischen Bogen (*arc animal*), und die andere den excitirenden Bogen (*arc excitateur*) nennen. Letzterer ist sehr oft aus mehreren Theilen zusammengesetzt, von denen diejenigen, welche unter oder an die Theile des Thieres gebracht werden, zwischen denen man die Verbindung herstellt, Unterlagen, Armaturen, (*supports*,

armatures, etc.), die übrigen aber, welche dazu bestimmt sind, durch ihre Continuität mit den vorigen, die Verbindung zu bewirken, Communicatoren (*communicateurs*) heißen werden.

Nach dieser Betrachtung werden wir den Bericht, welchen wir über die von uns bis jetzt angestellten Versuche ablegen werden, in sechs Abschnitte eintheilen.

In dem ersten werden wir die Resultate der verschiedenen Verbindungen und Vertheilungen der Glieder, welche den thierischen Bogen bilden, untersuchen.

In dem zweyten werden wir erzählen, was wir über die Natur und die Construction des excitirenden Bogens beobachtet haben.

In dem dritten werden wir mittheilen, was sich uns Merkwürdiges in Rücksicht der Umstände, welche zwar nicht zur Zusammenfetzung des einen oder andern Theils des Galvanischen Kreiffes gehören, deren Einfluss aber den Erfolg der Ver-

fuche bestimmt, ändert oder aufhebt, dargeboten hat.

In dem vierten werden wir einige Versuche über die Mittel zusammenstellen, welche man vorgeschlagen hat, die Susceptibilität der Thiere für die Galvanischen Versuche zu ändern, sie zu schwächen, oder sie wieder herzustellen.

In dem fünften werden wir einige wenige Versuche angeben, deren Zweck es ist, den Anfang zu einer zusammenhängenden Vergleichung der von verschiedenen Physikern vermutheten Beziehungen zwischen den Galvanischen und electricischen Erscheinungen zu machen.

In einem sechsten Abschnitt endlich werden wir die Versuche beschreiben, welche Hr. von Humboldt am 15. Prairial des Jahres 6. in unserer Gegenwart zu wiederholen die Güte hatte. Sie beziehen sich auf mehrere von den in den vorhergehenden Abschnitten erzählten, und enthalten wichtige Abänderungen dersel-

ben. Eben so werden wir einen Abriss von denen geben, welche wir nach den uns von ihm mitgetheilten Beobachtungen zu wiederholen, vorgenommen haben.

Jeder dieser Abschnitte wird mit Betrachtungen begleitet seyn, auf welche die Versuche, die er enthält, zu führen scheinen; und da wir uns hier bloß von dem zu sprechen vornehmen, was wir selbst gesehen oder gethan haben, so schränken wir uns eben so bloß auf die Betrachtungen ein, welche die natürliche Folge bloß dieser Versuche sind, indem wir uns, von den von andern Physikern erzählten Resultaten zu sprechen, so lange vorbehalten, bis wir uns durch eigene Versuche von der Richtigkeit ihrer Beobachtungen überzeugt haben werden.

Erster Abschnitt.

Von den wesentlichen Gliedern des thierischen Bogens in dem Galvanischen Kreisse, und von der Vertheilung derselben unter einander.

Ob wir uns gleich in diesem ersten Abschnitt weder mit den Armaturen noch mit den andern Theilen des excitirenden Bogens beschäftigen, so werden wir ihrer dennoch, sowohl der größern Bestimmtheit wegen, als auch, um nicht die dem Erfolg unserer Versuche günstigen oder misgünstigen Umstände zu übergehen, zu erwähnen haben.

Wir haben den thierischen Bogen, oder die zwischen den beyden Extremitäten des excitirenden Bogens begriffenen Reihen thierischer Theile auf verschiedene Art verändert.

Wir haben die Verhältnisse der Nerven zu den Muskeln, in welche sie sich vertheilen, verändert.

Wir haben die in dem thierischen Bogen befindlichen Nerven verschiedenen Veränderungen unterworfen.

Wir haben in dem nemlichen Bogen Nerven von

verschiedenen Theilen desselben Thieres, oder von verschiedenen Thieren, mit einander verbunden.

Wir haben es versucht, die Nerven allein, darauf die Muskeln allein, zwischen die Extremitäten des thierischen Bogens zu nehmen.

Wir haben Stücken Muskelfleisch in den thierischen Bogen gebracht.

Endlich haben wir die durch den Galvanismus auf die von ihrer Haut entblößten Thiere hervorgebrachten Wirkungen mit denen verglichen, welche man in ihnen erregte, wenn sie noch mit derselben bekleidet waren.

Es bleiben uns noch viele Versuche in Rücksicht dieser verschiedenen Punkte anzustellen übrig; hier folgt indessen die ausführliche Beschreibung derer, von denen wir gesprochen haben.

Verschiedene Verhältnisse der Nerven in dem thierischen Bogen, zu den Muskeln, in welche sie sich vertheilen.

1. Man stellte den Versuch anfangs auf die gewöhnliche Art an einem abgezogenen, in der Mitte, über dem Ursprung der durch ihre Vereinigung die Cruralnerven bildenden Lumbalnerven, von einander geschnittenen Frosche an.

Man durchschnitt den Rückgrat unter den durch diese Vereinigung gebildeten Cruralnerven, und schnitt den zwischen dieser Stelle und dem heiligen Bein, oder dem oberen Theile des Beckens befindlichen Theil desselben weg. (Man sehe das Protocoll, §. III, Versuch 1.)

Man brachte eine Platte Zinn oder Bley unter

die so entblößten Nerven, und ein Stück Silber unter das Becken und die Schenkel.

Man verband das Bley und das Silber durch einen metallenen Bogen von Messing.

So wie die Metalle berührt wurden, geriethen die Schenkel und Beine in sehr starke Contractionen.

2. Man trennte die beyden Schenkel und ihre Zwischentheile ganz von einander, so daß sie bloß noch durch die Vereinigung ihrer beyderseitigen Nerven zusammenhingen. (§. IV, Verf. 1.)

Ihre Nerven standen mit der Bleyplatte in Berührung. Die Silberarmatur wurde nach Willkühr an den einen oder den andern Fuß gebracht. Der Communicator bestand ebenfalls aus einem Messingdrath.

Im Augenblick der Verbindung hatte die Contraction bloß in der auf dem Metall liegenden Extremität statt, und fehlte in der andern gänzlich.

3. Die Lumbalnerven blieben bey ihrem Ursprung in Vereinigung, der Nerve der rechten Extremität wurde auf eine Platte Silber für sich, und eben so die linke Extremität auf eine Platte Bley gelegt, und die Verbindung der Armaturen des Nerven der einen und der Muskeln der andern Extremität durch einen Communicator von Gold bewirkt (§. VIII, Verf. 2):

Die Zuckung hatte bloß in der dem Nerven zugehörigen Extremität statt, und fehlte in der, welche armirt war.

4. Man trennte einen kleinen Muskel mit seinem Nervenfaden, welcher nach oben mit dem Bündel der Lumbalnerven communicirte, von dem Bein völlig ab;

Letzteres brachte man für sich auf das Silber, und eben so den abgetrennten Muskel mit seinem Nervenfa-
den auf das Bley;

Man verband beyde Metalle durch einen metalle-
nen Bogen von Gold (§. VIII, Verf. 3):

Es wurde bloß der kleine abgetrennte und auf die
Bleyarmatur gebrachte Muskel contrahirt.

5. Ein Frosch wurde wie gewöhnlich, aber so prä-
parirt, daß der obere Theil des Rumpfs, der
Kopf und die vordern Extremitäten bloß
durch die Nerven noch mit dem Becken und
den hintern Extremitäten in Verbindung
blieben;

Der Obertheil des Rumpfs wurde auf eine Unter-
lage von Bley gebracht;

Die Schenkel auf eine dergleichen von Silber;

Die Nerven blieben ohne Armatur;

Die Verbindung zwischen dem Bley und dem Sil-
ber, und durch ihre Vermittelung zwischen dem Rumpf
und den Schenkeln wurde durch einen Bogen von Mes-
sing hergestellt (§. X, Verf. 1):

Bloß die Schenkel erlitten Contractionen.

6. Die Zubereitung des Frosches blieb die vorige;

Der Rumpf bekam keine Armatur;

Die Schenkel allein ruhten auf einer Platte Silber;

Der unarmirte Rumpf und die Silberar-
matur der Schenkel wurden durch einen Bogen
von Messing verbunden (§. X, Verf. 2):

Die Schenkel wurden wie vorhin contrahirt.

7. Der Frosch blieb auf dieselbe Art präparirt;

Die Schenkel erhielten keine Unterlagen;

Und eben so wenig die Nerven;

Der Communicator von Messing berührte mit dem einen Ende das Bley, auf welchem der Kopf ruhte, und mit dem andern unmittelbar das Bündel der Lumbalnerven, oder bloß einen von ihnen, bald der einen, bald der andern Seite (§. X, Verf. 4):

1. Wenn beyde Lumbalnerven zugleich berührt wurden, so zogen sich die Schenkel und Beine beyder Extremitäten zusammen.

2. Berührte der Communicator nur einen dieser Nerven, so zuckte bloß die Extremität, deren Nerven berührt wurden.

3. In keinem von beyden Fällen wurden die Muskeln des Rumpfs contrahirt, ohngeachtet sie zwischen dem Kopf und dem berührten Nerven lagen.

Die Nerven werden unterbunden oder durchschnitten, und der Unterband oder Durchschnitt befindet sich zwischen den Extremitäten des Bogens.

8. Ein Froschschenkel wurde nach der gewöhnlichen Art präparirt, und die Nerven in der Mitte stark unterbunden;

Der oberhalb des Unterbandes befindliche Theil des Nerven wurde auf eine Platte Bley oder Zinn;

Der Schenkel unterhalb des Unterbandes aber auf eine Platte Silber gelegt;

Beyde Unterlagen, zwischen welchen die Unterbindung geschehen war, wurden durch einen Gold- oder Kupferdrath verbunden (§. XII, Verf. 1 u. 2):

Die Contraction, welche sich in einem schon durch eine lange Reihe von Versuchen erschöpften Frosch nicht zeigte, hatte bey einem frischen und lebhaften Frosch beständig, und in demselben Grade, statt, wie vor der Unterbindung.

9. Man schnitt den Nerven des einen von beyden Schenkeln in der Mitte von einander, und brachte die beyden Enden desselben in unmittelbare Berührung;

Der Schenkel und der oberhalb des Durchschnits befindliche Theil des Nerven waren beyde mit ihren Armaturen versehen (§. IV, Verf. 4):

Im Augenblick der Herstellung der Communication zeigte sich die Contraction eben so stark, als da der Nerv nicht durchschnitten war.

10. Beyde Theile des durchschnittenen Nerven wurden einander bloß genähert, ohne aber sich zu berühren;

Uebrigens blieb alles wie vorhin (§. IV, Verf. 5):

Die Contraction blieb bey der Verbindung der Armatur ausen.

11. Man trennte die beyden Theile des durchschnittenen Nerven, und verband sie durch einen trockenen Faden Hanf, darauf mit einem feuchten Faden derselben Substanz;

Das Übrige blieb wie oben (§. IV, Verf. 2 u. 3):

Die Contraction blieb im Augenblick der Communication ausen, der Faden mochte trocken oder feucht seyn. Wir wissen indess, daß im letztern Fall der Versuch oft gelungen ist.

Es werden Nerven von verschiedenen Theilen und Thieren in demselben Bogen mit einander verbunden.

12. Man trennte die beyden Schenkel eines und desselben Frosches von einander, und brachte ihre beyderseitigen Nerven unter sich in Berührung;

Den einen dieser Schenkel legte man auf eine Unterlage von Silber, den andern auf eine von Bley;

Beyde Armaturen verband man durch einen Silberdrath (§. XI, Verf. 1):

Die Contractionen hatten in beyden Schenkeln statt, mit Modificationen, von denen in einem andern Abschnitt die Rede seyn wird.

13. Beyde getrennte Schenkel wurden von einander so entfernt, daß ihre Nerven zuerst einige Centimeter, dann einen Meter und darüber von einander abstanden;

Den Zwischenraum innerhalb der beyden Enden ihrer Nerven füllte ein Drath von Bley aus, der beyde Enden berührte;

Der eine dieser Schenkel wurde auf eine Platte Bley, der andere auf eine von Silber gelegt;

Die Verbindung beyder Armaturen geschah bald durch einen Silberdrath, bald durch einen gewundenen und sehr langen Kupferdrath (§. XI, Verf. 2 u. 3):

Beyde Schenkel erlitten zu gleicher Zeit Contractionen, mit einigen Modificationen, deren an einem andern Ort gedacht werden wird.

14. Bey zwey abgezogenen Fröschen wurden die hintern Theile von ihren Rümpfen getrennet, die

Lumbalnerven waren frey, und die Nerven des einen Frosches wurden mit denen des andern in Berührung gebracht;

Die Schenkel des einen Frosches legte man auf eine Zinnplatte, die des andern auf eine von Bley;

Beyde Platten verband man durch einen Communicator von Silber oder Gold (§. VIII, Verf. 1, 2, 3 u. 4):

1. Anfangs hatten die Contractionen bloß in dem einen dieser Frösche statt; der andere, welcher schon durch vorhergehende Versuche ermattet war, blieb in Ruhe.

2. Nachdem man die Unterlagen aus Gründen, deren in der Folge Erwähnung geschehen wird, verwechselt hatte, zeigten sich die Contractionen in allen beyden.

3. Alsdann waren sie beyde bewegungsfähig und geriethen in Contraction, gleichviel, welches von beyden Metallen ihnen zur Unterlage diente.

Der Nerv oder der Muskel allein ist
zwischen den Extremitäten des
excitirenden Bogens
enthalten.

15. Man präparirte den Nerv, welcher nach oben zu nicht mehr mit dem Bündel der Lumbalnerven zusammenhing, aus den Muskeln des Schenkels bis an das Knie heraus;

An das Ende dieses Nerven brachte man eine Armatur von Silber;

Eine zweyte von Bley stand mit der Mitte des nemlichen Nerven in Berührung;

Die Muskeln blieben ohne Armatur;

Die Verbindung des Bleyes und Silbers, und durch sie, des obern Endes des Nerven mit der Mitte desselben, geschah durch einen Communicator von Gold (§. VIII, Verf. 1):

Die Contraction zeigte sich in den Muskeln des Schenkels, in welche sich der Nerv verbreitete,

Und sie fehlte ganz in den Muskeln des Schenkels, von denen man ihn getrennt hatte.

16. Ein Froschschenkel wurde auf eine versilberte Tafel Kupfer, und auf eine Platte Zink so gelegt, daß der Schenkel allein, und zugleich, auf der Zinkplatte und der Tafel lag (§. XIII, Verf. 3):

Die Contractionen zeigten sich unter diesen Umständen, obgleich der Nerv auf keine sichtbare Art in der doppelten Berührung begriffen war, und die Muskeln allein den thierischen Bogen auszumachen schienen.

17. In verschiedenen andern Versuchen

Umhüllte man mit einem Blättchen Zinn oder Bley Bald das obere Ende der Lumbalnerven,

Bald den mittleren Theil dieser Nerven;

Und verband durch ein Stück Silber

Entweder das Ende der Nerven mit ihrem armirten mittleren Theil,

Oder ihr armirtes Ende mit ihrem nicht armirten mittleren Theil,

Oder die an dem Rückgrat oberhalb des Ursprungs der Nerven befindlichen muskulösen Theile mit der Armatur dieser Nerven,

Oder die Armatur dieser Nerven mit den an dem vertebrealen Theile des Beckens hängenden muskulösen Theilen:

Die Schenkel und Beine wurden beständig contractirt, ob sie gleich unterhalb der Theile lagen, zwischen welchen die Verbindung geschah.

Es werden Stücken Fleisch u. s. w.
in den thierischen Bogen
gebracht.

18. Man brachte zwischen die Unterlagen und die dem Versuche unterworfenen Theile Stücken Nerven oder Muskelfleisch, die nicht zu diesen Theilen gehörten (§. XIX, Verf. 1):

Die Wirkung war wie in den andern Versuchen sehr stark, als mit dem Communicator die doppelte Berührung geschah.

Versuche, welche mit dem noch mit seinen Integumenten bekleideten
Thiere angestellt wurden.

19. Man befestigte einen ganzen, noch mit seiner Haut bekleideten Frosch mit Nadeln auf ein hölzernes Brettchen;

Auf seinen Bauch brachte man eine Bleypatte;

Eine von Silber auf das Becken;

Beyde Metalle verband man mit einem Communicator von Kupfer (§. II, Verf. 1):

Im Augenblick der Verbindung und Berührung beyder Metalle bemerkte man sehr schwache, jedoch deutliche convulsivische Bewegungen in den Schenkeln und Beinen, vorzüglich in den innern Theilen der Schenkel und in den Waden.

Als man den Versuch auf einer Glastafel wiederholte, glückte er nicht so, wie vorhin (§. II, Verf. 3).

20. Man wiederholte denselben Versuch, aber ohne eine Bleylette auf den Bauch zu legen, indem man das Silberstück und die Haut des entblößten Bauches unter einander verband (§. II. Verf. 2):

Die Bewegung blieb aus.

Ueberhaupt findet bey den Versuchen dieser Art, die den meisten Erfolg haben, kein Vergleich statt, zwischen dem Grade der Contractionen, welchen sie erregen, und dem, welchen man bey von ihrer Haut entblößten Thieren beobachtet.

Diese Versuche sind von derselben Art mit den seit einiger Zeit von vielen Physikern wiederholten, durch welche man sehr ansehnliche Empfindungen erregt, indem man die metallische Verbindung zwischen verschiedenen Theilen des Körpers, die mit einer sehr dünnen Oberhaut bekleidet sind, herstellt, nur mit dem Unterschied, daß man bey diesen letzteren bloß Empfindungen bemerkt, anstatt daß es in unsern Versuchen sehr merkliche Bewegungen sind, die sich im Augenblicke der Metallverbindung zeigen.

Betrachtungen über die in dem ersten Abschnitt enthaltenen Versuche.

Obgleich die Versuche, welche wir in diesem Abschnitt erzählt haben, nur ein Theil von denen sind, deren Anstellung wir uns noch über die Zusammensetzung dieses Theils des Galvanischen Kreises, den wir den thierischen Bogen genannt haben,

vorbehalten, so hat es uns doch geschienen, daß sie zu einigen wichtigen Betrachtungen Anlaß geben könnten; wir betrachten sie indess bloß als erste Ansichten, welche einer weitem Bestätigung durch neue Versuche bedürfen. Wir glauben also, daß man nach dem, was wir erzählt haben, schliessen könne:

1. Daß der thierische Bogen sowohl aus Nerven und Muskeln, die sich unter einander berühren, als aus Nerven allein, ohne Dazwischenkunft von Muskeln, gebildet werden könne.

2. Daß folglich der wesentliche Theil des thierischen Bogens nothwendig aus Nerven zusammengesetzt wird, weil selbst die Muskeln beständig, als mehr oder weniger von den in dieselben sich vertheilenden Nerven durchdrungen, angesehen werden können, und sie folglich zum Theil ein nerviges Organ sind.

3. Daß alle Theile des thierischen Bogens überhaupt unter sich in Continuität oder Contiguität stehen müssen; daß aber die bloße Contiguität zur Begründung Galvanischer Erscheinungen hinreicht.

4. Daß die Durchschneidung eines Nerven, oder sein Unterband, den thierischen Bogen nicht unterbreche, so lange nemlich die unterbundenen oder durch den Schnitt getrennten Theile unter sich in Berührung bleiben.

5. Daß die Verschiedenheit der beyder Bildung dieses Bogens vereinigten Theile, es seyen verschiedene Organe von dem nemlichen Individuum, oder von verschiedenen Individuen genommen, die Integrität des Bo-

gens keinesweges unterbricht, vorausgesetzt, daß alle ihn bildenden Theile sich unter einander berühren. Dieser Satz, den mehrere der vorhergehenden Versuche bestätigen, bietet eine dem Schein nach sehr von dem verschiedene Thatfache dar, was in der thierischen Oekonomie vorgeht, und kann zu einer großen Menge Versuche Anlaß geben.

6. Daß die durch die Theilung einiger Glieder des thierischen Bogens, und durch irgend eine Entfernung seiner getrennten Theile von einander, unterbrochene Integrität desselben, sich durch die Dazwischenkunft einiger nicht thierischer, vorzüglich metallischer Substanzen wiederherstellen läßt, wenn nur bey dieser Dazwischenkunft beständig auf die Berührung aller Theile unter sich gesehen wird.

7. Daß die muskulösen Organe, welche durch ihre Contraction die Wirkungen des Galvanischen Einflusses entdecken, beständig nur diejenigen sind, in welche sich die in dem vollständigen thierischen Bogen begriffenen Nerven wirklich endigen.

Daraus folgt, daß die afficirten Muskeln beständig diejenigen sind, welche mit dem Ende des Bogens in Verbindung stehen, welches von dem Ursprung der Nerven, die ihn zusammensetzen, am weitesten entfernt ist.

8. Daß, wenn der Ursprung aller der Nerven, welche den thierischen Bogen bilden, gegen die eine seiner Extremitäten gekehrt ist, bloß die Muskeln, welche zu der andern Extremität gehören, Galvanische Contractionen erleiden.

9. Dafs, wenn ein thierischer Bogen aus mehreren Systemen verschiedener Nerven, deren Ursprünge sich in der Mitte des Bogens befinden, zusammengesetzt ist, die Muskeln dieser differenten Systeme sich auf dem einen Ende desselben, wie auf dem andern bewegen.

10. So scheint es auch durch mehrere der in diesem Abschnitt beschriebenen Versuche erwiesen, dafs man die Meinung derer nicht ganz annehmen könne, welche die Galvanischen Phänomene dem Zusammentreffen zweyer verschiedener und correspondirender Einflüsse von Seiten des Nerven und des Muskels zugeschrieben, und das Verhältniß des Nerven zum Muskel in diesen Erscheinungen mit dem Verhältniß der innern und äufseren Belegung der Leidner Flasche zu einander verglichen haben.

11. Endlich scheint es, dafs die Bekleidung mit der Oberhaut bey ganzen Thieren der Entwicklung der Wirkungen des Galvanismus hinderlich sey, und dafs, wenn sie wegen ihrer grossen Zartheit dieselben nicht ganz unterbricht, sie dieselben wenigstens merklich schwäche. Wir werden noch Gelegenheit haben, auf diesen Gegenstand zurück zu kommen, nachdem wir unsere Versuche über die verschiedenen Theile und die mannichfaltigen Constructionen des excitirenden Bogens erzählt haben werden.

Z w e y t e r A b s c h n i t t .

Von den Gliedern des excitirenden Bogens, ihrer Beschaffenheit und Vertheilung unter einander.

Nachdem wir durch Versuche die Beschaffenheit und die Bedingungen desjenigen Theiles des Galvanischen Kreisses, den wir den thierischen Bogen nannten, untersucht haben, so gehen wir zu der Reihe unserer Versuche über, welche sich auf die Natur des excitirenden Bogens beziehen.

Nach der gewöhnlichsten Methode wird der excitirende Bogen durch drey Glieder, metallische Unterlagen oder Armaturen gebildet, deren eines mit dem Nerven, das andre mit dem Muskel in Berührung steht, das dritte aber die Verbindung zwischen dem Metallstück oder der Unterlage des Nerven und dem Metallstück oder der Unterlage des Muskels herstellt. Diese drey Stücke bestehen gewöhnlich aus eben so vielen Metallen.

Wir haben uns indessen durch Versuche überzeugt, daß diese Bedingungen weder für den Erfolg sämmtlich wesentlich, noch daß diese Construction, wenn alles übrige gleich ist, die günstigste von allen sey.

Wir haben daher bey der Construction des excitirenden Bogens verschiedene Zusammensetzungen versucht, welche wir auf folgende Art abänderten.

Wir haben unsern excitirenden Bogen mit reinen Metallen, mit Metallversetzungen (*alliages*), Amalgamen und andern metallischen Zusammensetzungen, endlich mit verschiedenen, sowohl natürlich als künstlich vererzten Metallen gebildet.

Auch haben wir ihn aus Kohle und verschiedenen carbonösen Stoffen zusammengesetzt.

Wir haben entweder den ganzen Bogen oder einen Theil desselben aus Nicht- oder schlechten Leitern der Electricität, als Schwefel, Bernstein, Asphalt, Gagat, Basalt, Diamant, Siegelack, Luft, u. s. w., gebildet.

Wir haben die Kette aus lebenden thierischen Theilen gebildet; wir haben organische Theile von todtten Thieren in sie gebracht, und sogar animalische Ausdünstungen mit ihr verbunden.

Wir haben untersucht, was das Wasser oder mit ihm befeuchtete Substanzen, zwischen die verschiedenen Glieder des excitirenden Bogens gebracht, bewirkten.

Noch haben wir einige vergleichende Versuche angestellt, um das Verhältniß der Länge der diesen Bogen bildenden Stücken und der Gröfse ihrer Oberflächen zu den Wirkungen, welche daraus erfolgen, zu bestimmen.

Endlich haben wir auch, aus der Vergleichung unserer Versuche unter einander, einige Vermuthungen abgeleitet über die relative Wirksamkeit der verschiedenen Theile des excitirenden Bogens, die wir anwandten, um die Galvanische Communication herzustellen.

Wir wollen diese verschiedenen Beobachtungen nach und nach mittheilen.

§. 1.

Versuche mit metallischen Substanzen.

Der Zweck dieser Versuche war, die Wirkungen kennen zu lernen, welche entstünden

Aus der Anzahl und der Verschiedenheit der Metallstücken, welche in die Zusammensetzung des excitirenden Bogens eingehen;

Aus ihren verschiedenen Mischungen und Versetzungen (*alliages*);

Aus dem Reiben des einen Metalls auf dem andern;

Aus den verschiedenen Zuständen, in denen sich die verschiedentlich vererzten Metalle befinden.

Anzahl und Verschiedenheit der Metallstücke.

Wie gesagt, ist die gewöhnlichste Anzahl der metallischen Glieder des excitirenden Bogens drey, welche verschiedener Natur sind, und von denen zwey zu Unterlagen oder Armaturen für die Organe, und das dritte zum Communicator zwischen den beyden erstern dient. Wir sind hierbey nicht stehen geblieben; wir wandten zu der Bildung unseres Bogens bald mehr als drey verschiedene Metalle, bald drey, bald zwey, bald nur eins an.

Excitirender Bogen aus mehr als drey verschiedenen Metallen.

In allen den mit mehr als drey verschiedenen Metallen angestellten Versuchen erhielten wir bey der

Schließung des Kreises beständig Galvanische Wirkungen. Wir nehmen uns vor, diese Art von Versuchen mit mehr Genauigkeit und Aufmerksamkeit, nach den neueren Beobachtungen des Herrn Volta über die Verhältnisse des Galvanismus zu den verschiedenen Leitungskräften der Metalle für die Electricität, zu wiederholen; welche Beobachtungen wir zu der Zeit, als wir unsre Versuche anstellten, noch nicht kannten. (§. III, Verf. 6; Verf. 10.)

Excitirender Bogen aus drey verschiedenen Metallen.

In den Versuchen, in welchen der excitirende Bogen aus drey verschiedenen Metallen gebildet wurde, haben wir die Metalle folgendermaßen geordnet.

12. Wir verbanden Bley, was den Nerven, und Silber, was den Muskel berührte, durch einen Communicator von Kupfer. (§. III, Verf. 1; IV, 1, 2, 3, 4; V, 6; X, 1; XI, 3, 4, 5, 6; XII, 2; XV, 1.)

Dann Bley mit Silber durch Gold. (§. III, Verf. 4; VI, 4; VIII, 1, 2, 3.)

Bley mit Nickel durch Gold. (§. XIII, Verf. 7.)

Bley mit Nickel durch Silber. (§. XIII, Verf. 7.)

Bley mit Nickel durch Kupfer (§. XIII, Verf. 7.)

Silber mit Gold durch Platina (§. VI, Verf. 3.)

Silber mit Zinn durch Gold. (§. VI, Verf. 5.)

Zinn mit Kupfer durch Gold. (§. VI, Verf. 6.)

Zinn mit Bley durch Gold. (§. VI, Verf. 7, 9; VII, 5.)

Zinn mit Bley durch Silber. (§. VII, Verf. 1, 3.)

Zinn mit Silber durch Gold. (§. XII, Verf. 2.)

Zinn mit Silber durch Kupfer. (§. XII, Verf. 2.)

Zink mit Silber durch Kupfer. (§. XV, Verf. 2.)

Zink mit Silber durch Eisen, u. s. w. (§. XV, Verf. 2.)

Nickel mit Silber durch Kupfer (§. XV, Verf. 2.)

Nickel mit Silber durch Eisen, u. s. w. (§. XV, Verf. 2.)

Nickel mit Zink durch Kupfer. (§. XV, Verf. 5.)

Nickel mit Zink durch Eisen, u. s. w. (§. XV, Verf. 5.)

Spiesglanz mit Silber durch Kupfer. (§. XVIII, Verf. 5.)

Bey einer jeden von diesen Constructionen erhielten wir Galvanische Wirkungen von verschiedenen Graden der Stärke.

Einmal bloß blieb die Construction, bey welcher Zinn mit Kupfer durch Gold verbunden wurde, für Hervorbringung Galvanischer Bewegungen beharrlich unvermögend. (§. VI, Verf. 6, 8.)

Excitirender Bogen aus zwey verschiedenen Metallen.

Wir nahmen uns bey unsern Versuchen vor, unsern excitirenden Bogen aus zwey verschiedenen Metallen zu bilden, und wir erfüllten diese Bedingung, indem wir den Bogen bald in zwey bald in drey Stücke theilten.

Unter diesen Umständen war der Erfolg unserer Versuche nicht immer derselbe; beständiger erhielten wir ihn, wenn der Bogen aus zwey verschiedenen Stücken gebildet wurde, als wenn er aus dreyen bestand, von denen zwey aus ähnlichen Metallen bestanden, wie wir jetzt umständlicher zeigen werden.

Bogen aus zwey Metallen in zwey Stücken.

22. Ein Stück Silber diente den Muskeln zur Unterlage, der Nerve blieb bloß;

Ein Communicator von Kupfer oder von Gold berührte mit dem einen Ende den unarmirten Nerven, mit dem andern das unter den Muskel gebrachte Metallstück (§. V, Verf. 1, 2 u. 7):

Der Muskel wurde contrahirt.

23. Ein Stück Zinn oder Silber armirte den Nerven;

Der Muskel hingegen blieb ohne Unterlage;

Der Communicator, welcher nach Beschaffenheit der Armatur entweder von Gold, oder von Silber, oder von Kupfer war, berührte mit dem einen Ende den bloßen Muskel, mit dem andern die Armatur des Nerven (§. XIII, Verf. 1 u. 10; XIX, 22):

Bey der Berührung des Nerven zuckte der Muskel.

24. Ein Frosch wurde abgezogen und so präparirt, daß die Hintertheile mit den vorderen bloß noch durch die beyden Bündel der Lumbalnerven zusammenhingen;

Der Kopf ruhte auf einer Platte Blei;

Die Nerven blieben bloß und die Schenkel ohne Unterlage;

Ein Communicator von Messing berührte mit

dem einen Ende das Bley, mit dem andern die entblößten Lumbalnerven (§. X, Verf. 4):

Im Augenblick der Berührung der Nerven geriethen die Muskeln der Schenkel in Contractionen.

25. Der Rücken eines abgezogenen Frosches lag auf einer Platte Bley;

Die Schenkel blieben ohne Unterlage;

Ein Communicator von Silber berührte mit seinem einen Ende zuerst die Schenkel, dann mit dem andern das unter den Rücken gebrachte Bley (§. XVIII, Verf. 4):

IV Bey der Berührung des Bleyes, auf dem der Rücken lag, wurden die Schenkel contrahirt. Diese Contraction fiel weg, wenn der Communicator zuerst das Bley und dann erst die Schenkel berührte. (§. XVIII, Verf. 3.)

Dieser Versuch gab mehrmals dasselbe Resultat.

26. Der Apparat wurde auf eine Tafel ungleich versilberten Kupfers gebracht;

Die Schenkel auf eine Platte Silber;

Den von der Tafel entfernt gehaltenen Nerven liefs man auf dieselbe zurückfallen (§. XIII, Verf. 2, 3 u. 4):

Sobald als der Nerv beym Herabfallen die Tafel berührte, wurden die Schenkel contrahirt.

Bogen aus zwey Metallen in drey Stücken.

27. Zwey von einander entfernte Schenkel standen blofs durch ihre beyderseitigen Nerven, die sich entweder berührten, oder durch einen Bleydrath mit einander verbunden waren, in Gemeinschaft;

Der eine Schenkel lag auf einer Silberplatte;
 Der andere auf einer Platte Bley;
 Der Communicator war von Silber (§. XI,
 Verf. 1 u. 2):

Bey der Berührung der Unterlagen beyder Schenkel
 trat die Contraction ein.

28. Aber die Wirkung fehlte durchaus und beständig
 in den folgenden Versuchen.

Der Frosch war auf die gewöhnliche Art präparirt;
 Unter dem Nerven lag Silber;
 Unter dem Muskel Gold;

Der Communicator war ebenfalls Gold (§. VI,
 Verf. 1 u. 2):

Die Contraction fehlte, selbst nachdem man vor der
 Wiederholung des Versuchs Mittel zur Wiedererhöhung
 der Susceptibilität des Thieres angewandt hatte, von de-
 nen wir in der Folge sprechen werden.

29. Beyde Unterlagen, die des Nerven sowohl,
 als des Muskels, d. i. beyde Extremitäten des Bogens
 waren gleichförmig von Silber;

Der Communicator war Kupfer oder Eisen
 (§. V, Verf. 4; XIX, 23):

Die Contraction war eben so wenig zu bemerken,
 wie in dem vorigen Versuch.

Excitirender Bogen aus einem einzigen Metall.

Die Zusammensetzung des aus bloß zwey Me-
 tallen gebildeten Bogens ist also in ihrer Wirksamkeit we-
 niger beständig, als die, in welche drey derselben ein-
 gehen. Dieser Erfolg ist noch unbeständiger, wenn der
 Bogen bloß aus einem einzigen Metall zusammengesetzt

ist; indessen gelingt der Versuch auf diese Art dennoch, wenn die Thiere sehr lebhaft und die Umstände günstig sind.

Wir haben diesen Bogen bald aus drey, bald aus zwey, bald aus nur einem Stück gebildet. Hier ist die genaue Beschreibung unserer Versuche.

30. Wir brachten den Frosch oder seine Theile über ein Becken mit sehr chemisch reinem, sauberem und trockenem Quecksilber, so daß der freyhängende Nerve, und das Muskelfleisch oberhalb dieses Nerven, beyde mit der Oberfläche des Quecksilbers in Berührung kamen (§. XVI, Verf. 1, 2, 3, 4 u. 5):

Sobald die doppelte Berührung statt hatte, gerieth der Schenkel in Contraction.

Dasselbe war der Fall, als wir die doppelte Berührung mit der Oberfläche eines einzigen Stückes Silber, Bley oder sehr reiner Kohle veranstalteten.

31. Wir nahmen zwey getrennte und sehr homogene Stücke der nemlichen Metalle, brachten sie als Unterlagen unter den Nerven und Muskel, und näherten sie daraufeinander (§. XVI, Verf. 9, u. f. w.):

Bey der wechselseitigen Berührung beyder Unterlagen sahen wir die Galvanischen Contractionen entstehen.

32. Wir nahmen drey abgefonderte, sehr reine und trockene Stücke von vollkommen gleichartigen Metallen;

Zwey dieser Stücke dienten, das eine dem Nerven, das andere dem Muskel zur Unterlage;

Das dritte diente zum Communicator (§. XVI, Verf. 6, 7, 8; u. §. XX):

Man erhielt bey der Berührung des Communicators mit den Unterlagen die nemlichen Wirkungen.

Es muß aber angemerkt werden, daß diese Versuche an schwachen und abgematteten Fröschen nicht, und daß sie weder jeden Tag, noch zu jeder Zeit auf gleiche Art gelingen.

Versuche, die mit Metallversetzungen in verschiedenen Verhältnissen, mit Amalgamen, mit verschiedenen Arten metallischer Zusammensetzungen und vererzter Metalle, so wie mit oxydirten Metallen angestellt wurden.

Metallversetzungen.

Die Versuche mit den verschiedenen Metallversetzungen wurden jederzeit, entweder mit solchen Fröschen, oder unter solchen Umständen angestellt, daß die mit einem excitirenden Bogen, oder selbst bloß mit Unterlagen aus identischen Metallen angestellten Versuche ohne Erfolg waren. Wir haben uns jedesmal davon durch vergleichende Versuche überzeugt.

Demohngeachtet haben wir fast in allen Versuchen jede Metallversetzung in dem excitirenden Bogen mit dem einen der Metalle, welche in ihre Zusammensetzung eingingen, verbunden, indem wir die Versetzung unter den Muskel oder den Nerven, und das correspondirende Metall an die andere Extremität brachten; und so gering auch die Heterogeneität war, welche durch diese Versetzung zwischen den beyden Metallen entstand, so haben wir doch beständig die Galvanischen Wirkungen erhalten.

Hier ist das Verzeichniß unserer Versuche über diesen Gegenstand.

33. Wir überzeugten uns zuerst von der Tauglichkeit der Metallversetzungen für die Galvanischen Phänomene, indem wir die Versetzung unter den Nerven, und ein von ihr verschiedenes Metall unter den Muskel brachten, und darauf die Unterlagen verwechselten.

Auf diese Art wandten wir

Die Mischung aus Platina und Kupfer zur einen,

Und eine Silberplatte zur andern Unterlage;

Oder Spiesglanz zur einen,

Und eine Mischung aus Bley und Silber zur andern Unterlage an (§. XVIII, Verf. 6, 7 u. 8):

Wir erhielten die Galvanischen Wirkungen.

34. Wir versicherten uns darauf davon, daß zwey Stücke einer und derselben Metallversetzung keine Wirkung hervorbrächten.

Dann theilten wir ein Amalgama aus Kupfer und Quecksilber in zwey Theile;

Auf den einen legten wir den Nerven;

Auf den andern den Muskel (§. XVIII, Verf. 19 u. 20):

Der Muskel wurde nicht contrahirt, obgleich das nemliche Amalgama an dem einen und eine Silberplatte an dem andern Orte sehr bemerkbare Contractionen verursachten.

35. Hierauf stellten wir die folgenden Versuche an, deren Reihe wir hier so geordnet haben, daß man leicht sehen kann, bis zu welchem Grad ein sehr geringer fremder metallischer Zusatz die Identität der Unterlagen unterbrechen, und zu Galvanischen Wirkungen Gelegenheit geben kann.

Wir haben in der That diese Wirkungen sehr merklich erhalten, indem wir an die beyden Extremitäten des Bogens brachten:

Zinn,

Mit einer Mischung aus Zinn und Platina. (§. XVIII, Verf. 10.)

Zink,

Mit einer Mischung aus Silber und Zink. (§. XVIII, Verf. 11.)

Silber,

Mit einer Mischung aus Silber und Zink. (§. XVIII, Verf. 12.)

Kupfer,

Mit Messing. (§. XIX, Verf. 3.)

Silber,

Mit natürlichem Mispickel. (§. XIX, Verf. 25.)

Silber,

Mit künstlichem Mispickel. (§. XIX, Verf. 26.)

Silber, was man unter den von Haut entblößten Rücken des Thieres brachte,

Mit einer Mischung aus gleichen Theilen Silber und Bley, auf welche man den Schenkel brachte.

(§. XVIII, Verf. 2.)

Silber unter den Nerven,

Mit einer Mischung aus $\frac{1}{4}$ Bley und $\frac{3}{4}$ Silber unter den Muskel. (§. XV, Verf. 6.)

Kupfer mit $\frac{1}{5}$ Eisen versetzt,

Mit Kupfer bloß mit $\frac{1}{10}$ Eisen versetzt (§. XIX, Verf. 16.)

Endlich, nachdem wir uns versichert hatten, daß

zwey Silberplatten keine Wirkung äußerten, haben wir sehr merkliche erhalten, als wir anwandten

Reines Silber zu der einen Armatur,

Und zu der andern Silber mit nicht mehr als $\frac{1}{10}$ Wolfram verſetzt. (§. XVIII, Verſ. 5.)

Reiben des einen Metalls mit dem andern.

Diese Verſuche haben uns auf andere von der nemlichen Art geleitet, die aber noch beweifender ſind, und die wir jederzeit angeſtellt haben, nachdem wir uns zuvor von der Nichterregbarkeit der Fröſche bey Anwendung identischer Armaturen überzeugt hatten.

Anſtatt uns in verſchiedenem Grade legirter Metalle zu bedienen, nahmen wir Platten von homogenen Metallen, von denen wir die eine mit andern Metallen rieben, ohne mit der andern das Gleiche zu thun, oder deren eine Fläche wir nur rieben, indess die andere nicht gerieben wurde.

Auf diese Art erhielten wir folgende conſtante Reſultate.

36. Von zwey Platten Silber

Wurde die eine, ungeriebene, unter den Nerven,

Die andere, mit Kupfer geriebene, mit der geriebenen Seite unter den Muskel gebracht (§. XVIII, Verſ. 14):

Die Galvaniſchen Wirkungen hatten ſtatt, ob man gleich denſelben Froſch durch die nemlichen beyden Platten, ohne daß die eine von ihnen vorher mit Kupfer gerieben worden, unerregbar gefunden hatte.

37. Zwey Platten Silber,

Wurden beyde bloß auf der einen Seite mit Bley gerieben;

Die eine wurde mit der nicht geriebenen Seite unter den Nerven,

Die andere mit der geriebenen Seite unter den Muskel gebracht (§. XVIII, Verf. 15):

Die Galvanischen Wirkungen traten ein.

38. Es wurden beyde mit der geriebenen Seite,

Die eine unter den Nerven,

Die andere unter den Muskel,

Darauf in einem zweyten Versuch beyde mit der nichtgeriebenen Seite,

Die eine unter den Nerven,

Die andere unter den Muskel gebracht (§. XVIII, Verf. 16. u. 17):

In beyden Fällen blieben die Galvanischen Wirkungen ausen.

39. Zwey Platten Silber, von denen

Die eine rein blieb,

Die andere aber mit Reifsbley gerieben wurde (§. XVIII, Verf. 22),

Veranlaßten ebenfalls Galvanische Contractionen.

Verbindungen der Metalle mit Kohle, Schwefel und Phosphor.

Ohne weiter auf die auf irgend eine Art und in irgend einem Verhältniß mit einander verbundenen oder legirten Metalle zurück zu kommen, haben wir es versucht, in unsern Bogen, als Unterlagen, die metallischen *Carbures*, *Sulfures*, *Phosphures* und *Oxyde* aufzunehmen.

40. So brachten wir

Reifsbley oder Eisencarbure [*carbure de fer*]
(§. XVIII, Verf. 21, 22),

Natürlichen unmagnetischen Eisenkies
(§. XIX, Verf. 5),

Künstlichen und magnetischen Eisen-
kies (§. XIX, Verf. 6),

Bleyglanz oder natürliches Bleyfulfure (§. XIX,
Verf. 12),

Natürliches, $\frac{1}{4}$ Kupfer enthaltendes
Kupferfulfure (§. XIX, Verf. 17),

Natürlichen und künstlichen Mispickel
[siehe oben] (§. XIX, Verf. 25 u. 26),

Zinnphosphure (§. XIX, Verf. 10),

Eisenphosphure (§. XIX, Verf. 21),

Unter den Nerven;

Und Platten Silber, Zink, u. s. w., unter den
Muskel:

Die Galvanischen Contractionen waren sehr stark,
obgleich übrigens die Lebhaftigkeit der Frösche, oder
die übrigen Umstände, von der Art waren, daß diese Wir-
kungen durch homogene Metalle nicht zu erhalten waren.

Metalloxyde.

Was die natürlichen oder künstlichen Metalloxyde
betrifft, so haben sie verschiedene Erscheinungen darge-
boten, die zum Theil mit dem Grade ihrer Oxydation
in Verhältniß standen. Hier ist, was wir mit Aufmerk-
samkeit davon beobachtet haben.

41. Eine Versetzung aus Zinn und Platina wurde
unter den Muskel,

Eine Platte Zinn aber, deren Oberfläche an

verschiedenen Stellen oxydirt war, unter den Nerven gebracht (§. XVIII, Verf. 9 u. 10):

Wir erhielten die Galvanischen Wirkungen so oft, als der Communicator die nicht oxydirten Stellen berührte.

Sie blieben indessen gänzlich aus, wenn wir mit dem nemlichen Communicator die oxydirten Stellen berührten.

Dieser Versuch ist mit zu viel Aufmerksamkeit wiederholt worden, als daß wir an seiner Genauigkeit zweifeln könnten.

42. Ein eisenhaltiger Serpentin (*serpentin ferrugineuse*) unterbrach, ob er gleich magnetisch war, die Galvanischen Wirkungen durchaus (§. XIX, Verf. 7 u. 9):

Das durch Wasser oxydirte und noch magnetische Eisen aber unterhielt, ob schon schwach, die Galvanischen Wirkungen (§. XIX, Verf. 14);

Während die nemlichen Bewegungen sehr ausgezeichnet waren, wenn man sich des Eisenerzes von Dalmora, welches 0,80, oder dessen von der Insel Elba, welches 0,55 bis 0,60 Eisen enthält, bediente. (§. XIX, Verf. 15.)

§. II.

Kohle und carbonöse Substanzen.

Nach den metallischen Stoffen verdienen die kohligten Substanzen in Rücksicht ihrer Anwendung bey der Bildung des excitirenden Bogens eine besondere Auf-

merksamkeit, und ohngeachtet der wenigen Versuche, die wir bis jetzt in dieser Rücksicht angestellt haben, können wir doch einige Resultate aus ihnen, die der Aufmerksamkeit werth sind, mittheilen.

43. Die reine Kohle oder die gut ausgetrocknete Holzkohle hat uns unter den Umständen, welche den Galvanischen Erscheinungen am günstigsten sind, alle Phänomene des metallischen Bogens dargeboten; und an den Tagen, an welchen die Versuche mit den homogenen Metallen am besten gelangen, erhielten wir dieselben Phänomene auch mit der Kohle, diese Substanz mochte blofs einen Theil des Bogens bilden, oder ihn ganz constituiren, oder der aus blofser Kohle gebildete Bogen mochte aus drey verschiedenen, aus zwey, oder nur aus einem einzigen Stücke bestehen. (§. XVI, Verf. 5 u. 8.)

44. Das Thonerdecarbure (*carbure d'alumine*, Verbindung der Thonerde mit Kohle) oder die unverbrennliche Kohle, als Nervenunterlage angewandt, indess der Muskel auf Zink lag, veranlafste sehr merckliche Galvanische Wirkungen. (§. XIX, Verf. 15.)

Es gab indess Zeiten, wo wir selbst die Holzkohle, sie mochte blofs ein Theil des Bogens seyn, oder ihn ganz ausmachen, ohne Erfolg anwandten. (§. XVIII, Verf. 23.)

45. Endlich unterbrach der Gagat, der eine bituminöse Kohle ist, unter den Muskel gebracht, die Galvanischen Wirkungen deutlich, wenn der Communicator diese Substanz, da sie hingegen sehr mercklich waren, wenn der Communicator den Muskel unmittelbar berührte. (§. XIX, Verf. 22.)

§. III.

Idioelectrische Substanzen.

Die Wirkung des Gagats leitete uns auf die Anwendung der Nicht- oder schwachen Leiter der Electricität,

46. So wurden

Der Asphalt (§. XIX, Verf. 18),

Der Schwefel (§. XIX, Verf. 4),

Der Bernstein (§. XIX, Verf. 4),

Das Siegellack (§. III, Verf. 5),

Der Diamant (§. XIX, Verf. 4),

Der Basalt (§. XIX, Verf. 11),

In die Zusammensetzung des excitirenden Bogens gebracht, und beständig unterbrachen sie die Galvanischen Wirkungen.

47. Eben so blieben die Galvanischen Wirkungen jederzeit aus, sobald sich zwischen den Theilen des Bogens; oder zwischen dem Bogen und den nervigten und muskulösen Organen einiger Zwischenraum befand. Aehnliche Unterbrechungen in dem thierischen Bogen hoben, wie wir bereits bemerkt haben, dieselben ebenfalls auf. (§. III, Verf. 3; XIV, 2.)

Es giebt indessen hierbey Ausnahmen, deren Nuancen auf andern Ursachen beruhen, über die uns bereits Hr. von Humboldt Belehrung ertheilt hat, welche aber der Folgerung keinesweges entgegen sind, die man aus diesen Versuchen ziehen kann; nemlich, daß die Luft ebenfalls unter die Zahl der Substanzen gesetzt werden kann, welche die Galvanischen Wirkungen unterbrechen.

Noch können die verschiedenen Zustände der At-

mosphäre die Resultate dieser Arten von Versuchen sehr abändern.

§. IV.

Wasser und feuchte Substanzen.

Wir haben das Wasser und die feuchten Substanzen als Zwischenglied der Communication angewandt, und ihr Eintritt in dieselbe hat die Galvanischen Wirkungen auf eine merkwürdige Weise bestimmt.

48. So wurde der Communicator aus zwey Fingern gebildet, deren einer zu dieser, der andre zu jener Hand gehörte (§. III, Verf. 6):

Es war keine Wirkung zu bemerken.

Unmittelbar darauf bedienten wir uns des nemlichen Communicators, mit dem Unterschied, daß die Fingernäse gemacht wurden (§. III, Verf. 7):

Jetzt zeigten sich die Galvanischen Wirkungen.

Demohnerachtet hatte dieser Versuch nicht immer den nemlichen Erfolg (§. VI, Verf. 11.)

In dem oben angeführten Versuch aber, mit dem Serpentin und dem Metall, zeigte sich diese Eigenschaft des Wassers auf eine sehr entschiedene Weise.

49. Da der, dem Nerv zur Unterlage dienende Serpentin, die Galvanischen Wirkungen beständig unterbrach, so brachte man den Nerven auf einen Tropfen Wasser, den man auf das Stück Serpentin setzte; man berührte darauf mit dem Communicator den Serpentin, ohne das Wasser zu berühren (§. XIX, Verf. 7 u. 9):

Es war keine Wirkung da.

Jetzt berührte das Ende des Communicators den Wassertropfen (§. XIX, Verf. 8):

Sogleich zeigte sich die Wirkung.

50. Auf gleiche Weise brachte man ein nass gemachtes Papier zwischen die Unterlagen und die Theile, die auf ihnen ruheten (§. XIX, Verf. 2):

Die Galvanische Wirkung erhielt sich ohne einige Verminderung ihrer Intensität.

§. V.

Thierische Substanzen.

Endlich bildeten wir unsern excitirenden Bogen, 1. indem wir selbst die Kette dieses Bogens machten; 2. indem wir todte thierische Substanzen in dieselbe brachten; 3. indem wir die Unterlagen mit den trockenen Fingern rieben, und ihnen auf diese Art, so weit man muthmaassen kann, nichts als eine bloße Spur der Hautausdünstung eindrückten.

Wir haben folgende Versuche dieser Art angestellt:

Wir machten, wie man gesehen hat, zweymal die Beobachtung, daß der durch die Person selbst, welche den Versuch anstellte, dadurch, daß ihre beyden Hände an der Bildung des Bogens Theil nahmen, unterbrochene Communicationsbogen aufhörte, die gewohnte Wirkung hervorzubringen. (§. III, Verf. 6; VI, 11.)

Folgende Versuche, die übrigens sehr bekannt sind, sind uns indess auf eine sehr auffallende Art geglückt.

51. Der Rückgrat wurde von den untern Extremitäten abgefondert, und hing bloß noch durch den mit einer Platte Zinn armirten Nerven damit zusammen.

1. Einer von uns nahm diesen Rückgrat in die eine Hand, in die andre aber ein Stück Zink, mit welchem er die Zinnarmatur berührte (§. XIV, Verf. 1):

Sogleich wurden die Schenkel contrahirt.

2. Von zwey Personen, die auf keine Weise mit einander in Gemeinschaft standen, hielt die eine den Rückgrat, die andere berührte die Armatur mit dem Zink (§. XIV, Verf. 2):

Es zeigte sich keine Wirkung.

3. Beyde Personen faßten sich bey der Hand, und die zweyte brachte den Zink auf das Zinn, daß also die Kette wieder geschlossen war (§. XIV, Verf. 3):

Die Contractionen hatten wieder sehr lebhaft statt.

Eine Menge anderer Versuche der nemlichen Art sind zu bekannt, als daß wir ihrer hier erwähnen dürften.

52. Wir haben sehr oft zerschnittene, zerrissene und ihres Lebens beraubte Stücken Fleisch zwischen die Theile des Thieres und ihre Unterlagen gebracht; und nie haben wir gesehen, daß diese Zwischenglieder die Wirkung des excitirenden Bogens jemals unterbrochen hätten; sie schwächten selbst die Energie seiner Wirkung nicht. (§. XIX, Verf. 1.)

Endlich, nachdem wir uns zuvor überzeugt hatten, daß die Homogeneität der Unterlagen die Galvanischen Wirkungen unterbräche, thaten wir nichts weiter, als daß wir die zu Unterlagen dienenden Metallplatten mit den Fingern rieben, welches folgende Wirkung hatte.

53. Von zwey Silberplatten diente die eine dem Nerven, die andere dem Muskel zur Unterlage;

Die erste Platte rieben wir mit den Fingern, und brachten darauf die geriebene Seite mit dem Nerv in Berührung (§. XVIII, Verf. 18):

Die Galvanischen Wirkungen hatten sogleich statt.

Waren hingegen beyde Platten gleichförmig gerieben,

Und kamen beyde zugleich mit der geriebenen, und in der Folge eben so mit der ungeriebenen Seite, mit den Organen in Berührung (§. XVIII, Verf. 19 u. 20):

So blieben in beyden Fällen die Wirkungen aus.

Wir wiederholten diese Versuche mehreremal, und immer mit dem nemlichen Erfolg.

§. VI.

Größe der Oberflächen der Theile des excitirenden Bogens.

Zuletzt haben wir noch in Bezug auf die Construction des excitirenden Bogens die Beobachtungen zu erzählen, welche wir über den Einfluß der Länge (Ausdehnung, *étendue*) der ihn zusammensetzenden Theile machten.

So schwer es auch ist, die Energie der Galvanischen Wirkung, wegen des Mangels an Instrumenten, mit denen man sie messen könnte, wegen der Veränderlichkeit ihrer Nuancen zu verschiedenen auf einander folgenden Zeiten, und wegen der Menge von Ursachen, welche auf diese Veränderungen Einfluß haben, mit Genauig-

keit zu schätzen, so finden dennoch so große Verschiedenheiten derselben statt, daß der bloße Augenschein von ihrer Existenz überführen kann; und so behutsam wir auch über das Sprechen müssen, was wir nicht mit Genauigkeit ausdrücken können, so glauben wir doch, versichern zu können, daß es uns vergleichenden Ursachen zu Folge geschienen habe, daß die Vergrößerung der Ausdehnung, und vorzüglich der Oberflächen der Zwischenglieder des excitirenden Bogens, eine merkliche Verschiedenheit in der Intensität der Wirkung verursachte; und erhöhe man auch gegen die Wahrheit dieses Satzes einige Zweifel, so wird dies ohne Zweifel nicht verhindern, ihn einer Bestätigung durch alle mögliche Mittel werth zu halten.

Wir gründen diese große Vermuthung auf folgende Versuche.

54. Nachdem wir den Versuch mit einer unter den Nerven gelegten Bleypatte und einem unter das Becken und die Schenkel gebrachten Silberstück, die Verbindung beyder unter einander aber durch einen Kupferdrath veranfalet hatten,

So verbanden wir mehrere Silberstücken so, daß sie mit dem, welches dem Becken und den Schenkeln zur Unterlage diente, in Berührung waren (§. III, Verf. 1 u. 2):

Die Galvanischen Contractionen schienen uns beständig stärker zu seyn.

55. Wir bewirkten die Verbindung mit Hülfe eines gewundenen auf einen Cylinder gerollten Golddraths.

Wir rollten ihn nach und nach ab, so daß dieser Communicator mehrere Meter Länge erhielt (§. III, Verf. 4):

Die Wirkung bey der Verbindung schien uns sehr merklich stärker, als die Länge des Communicators die größte war.

56. In dem Versuche, wo wir die Nerven der beyden Schenkel durch einen Bleydrath verbanden, der anfangs einige Millimeter, nachher einen Meter lang war,

Stellten wir die Communication anfangs durch einen Silberdrath von einigen Centimeter Länge,

Dann durch einen gewundenen sehr langen Kupferdrath her (§. XI, Verf. 2 u. 3):

Wir bemerkten ebenfalls ein deutliches Verhältniß zwischen der Energie der Contractionen und der Ausdehnung der Communicationsmittel.

§. VII.

Relative Wirkfamkeit der verschiedenen Theile des excitirenden Bogens.

Wir würden diesen Abschnitt sehr gern mit einer Vergleichung des Einflusses jedes der Zwischenglieder, die den excitirenden Bogen zusammensetzen, mit der Intensität der Wirkungen, die das Resultat desselben sind, beschließen; wir haben aber bereits gesagt, wie schwer es uns scheine, in dieser Hinsicht zu etwas Bestimmtem zu gelangen.

Im Allgemeinen haben wir zu bemerken geglaubt, daß

57. Gold, Silber, Zink und Zinn unter allen Metallen diejenigen waren, welche, wenn sie in die Zusammensetzung des Bogens gebracht wurden,

das meiste zu seiner Wirksamkeit beyzutragen schienen. (§. V, Verf. 2; §. VI; §. XIII, Verf. 10; §. XIV, Verf. 1.)

58. In einem vergleichenden Versuch zwischen Bley und Zinn, die man unter zwey getrennte Schenkel brachte, die durch ihre Nerven mit einander in Verbindung standen, sahen wir den einen dieser Schenkel, der auf dem Bley lag, und schon sehr erschöpft war, sich der Bewegung weigern, und sich im Gegentheil bewegen, wenn man diese Unterlage verwechselte, und ihn auf das Zinn brachte; wir sahen ihn nachher hierdurch, wie von neuem belebt, sich merklicher als vorhin, selbst, wenn er nun wieder auf das Bley zu liegen kam, bewegen. (§. VIII, Verf. 1, 2 u. 3.)

Abgezogen von der eignen Natur jeder Unterlage, ist es außerdem noch wahrscheinlich, daß nach Hrn. Volta's Beobachtung, in vielen Fällen, das wechselseitige Verhältniß der mit einander verbundenen Metalle zu einander, einigen Einfluß auf die zu erhaltende Wirkung habe.

59. So sahen wir in einem unserer Versuche die Verbindung von Zinn und Kupfer als Unterlagen, und Gold als Communicator, beständig unwirksam bleiben, während wir sehr ansehnliche Wirkungen erhielten, als wir, ohne das übrige abzuändern, statt des Kupfers, Bley nahmen. (§. VI, Verf. 6, 7, 8 u. 9.) So brachten auch der Nickel mit Silber als Unterlagen, und Kupfer als Communicator, schwache Wirkungen hervor (§. XV, Verf. 3 u. 4), während Bley und Nickel als Unterlagen ein andermal, mit Gold, Silber

und Kupfer als Communicatoren, sehr lebhaftes Contractionen erzeugten. (§. XIII, Verf. 7, 8 u. 9.)

60. Bley und Silber, und ebenso Spiesglaß und Silber, als Unterlagen angewandt, gaben Wirkungen, welche diejenigen übertrafen, die man erhielt, wenn man eine Verletzung aus Bley und Silber entweder an die Stelle des Silbers, oder des Bleyes in dem einen oder andern Versuche brachte; und im Allgemeinen schien es, daß in mehreren Fällen die Wirkungen schwächer wurden, wenn die Theile des Bogens sich mehr dem Zustande der Homogenität näherten. (§. XVIII, Verf. 2 u. 5.)

So waren auch, obgleich die geringste Verschiedenheit in der Natur der Metallstücken unter einander hinreichend war, die Galvanischen Wirkungen zu verursachen, diese Wirkungen nur schwach, wenn wir Messing mit Kupfer in Verbindung anwandten (§. XIX, Verf. 3); ein gewisser Grad von Oxydation eines Metalls, wie des Eisens, schwächte die Wirkungen desselben ebenfalls (§. XIX, Verf. 14); und vorzüglich glaubten wir die Wirksamkeit des Bogens bemerken zu müssen, wenn die in denselben gebrachten fleischichten Organe von ihrer Oberhaut entblößt waren. (§. XIX, Verf. 1.)

Noch ist das Verhältniß zwischen der Natur der Theile, die in die Zusammensetzung des excitirenden Bogens eingehen, und der Lebhaftigkeit der Contractionen, welche die Galvanische Wirkung characterisiren, Einflüssen unterworfen, von denen wir einige in dem folgenden Abschnitt untersuchen werden.

Ehe wir zu diesem Theil unserer Beobachtungen über-

gehen, wollen wir, als Corollarien zu den eben beschriebenen Versuchen, folgende Betrachtungen anstellen.

Betrachtungen über die in dem zweyten Abschnitt enthaltenen Versuche.

1. Die für die Galvanischen Wirkungen günstigste Construction des excitirenden Bogens ist die, wo er aus drey oder weniger Gliedern verschiedener Natur, aus der Reihe der Metalle, aus Wasser und feuchten Substanzen, aus carbonösen, und aus thierischen, von Haut entblößten Substanzen zusammengesetzt ist.

2. Dieser Bogen schien indessen wirksam zu seyn, wenn er selbst nur aus einem einzigen Stück oder aus homogenen Substanzen bestand; im Allgemeinen aber schwächt wenigstens die Gleichartigkeit der Theile, welche ihn zusammensetzen, und vorzüglich der Unterlagen, welche die beyden Enden desselben bilden, die Wirkungen desselben schon auffallend.

3. Indefs ist die geringste Abweichung dieser Theile von der Homogeneität, sie entstehe durch die schwächste Verletzung (*alliage*), oder durch bloßes Reiben mit fremden und leitenden Substanzen, hinlänglich, um dem excitirenden Bogen die Wirksamkeit wiederzugeben, welche er durch die Identität seiner Theile verloren hatte.

4. So wie der thierische Bogen durch metallische oder solche Substanzen, die des Eintritts in die Zusammenetzung des excitirenden Bogens fähig sind, ergänzt werden kann, so kann man auch den excitirenden Bo-

gen durch solche Substanzen ergänzen, die zur Bildung des thierischen Bogens geschickt sind.

5. Die Wirksamkeit des excitirenden, so wie des thierischen Bogens wird durch die Trennung, oder wenigstens durch eine hinreichende Entfernung der ihn zusammensetzenden Glieder von einander, unterbrochen.

6. Die schwächste Feuchtigkeit schien ebenfalls hinreichend, die Glieder des excitirenden Bogens zu vereinigen, und ihre Wirkung auf den thierischen Bogen zu bestimmen.

7. Man sieht folglich, daß der Einfluß der Atmosphäre und anderer Nebenumstände auf den Erfolg der Galvanischen Versuche sehr groß werden kann, und daß man, um eine vollkommene Identität desselben, durch welche sie vergleichbar werden, herzustellen, auf den Stand der meteorologischen Instrumente, vorzüglich der hygrometrischen, und eben so auf den Einfluß der den Versuch anstellenden Personen auf die Sphäre dieses Versuchs, Rücksicht zu nehmen habe.

8. Die im vorigen Abschnitt über den thierischen Bogen, und eben so über den excitirenden Bogen angestellten Versuche in Bezug auf die Vergleichung der Wirkungen des thierischen Fleisches, nachdem es entblößt, oder mit Haut bedeckt war, und dieser Haut im trockenen und feuchten Zustande, scheinen uns dazu zu berechtigen, diese Haut unter die Zahl der Substanzen zu setzen, welche die Wirkungen des excitirenden Bogens schwächen oder unterbrechen. Sie ist also, gleich den Haaren von der Anzahl der Substanzen, die an der Natur der idioelektrischen Körper Theil nehmen.

Die an uns selbst und an Thieren, an Theilen,

welche mit einer sehr schwachen Epidermis bedeckt sind, angestellten Versuche widersprechen dieser Meinung nicht, weil sowohl selbst die Dünne dieser Epidermis ein Grund ist, welcher ihre isolirende Eigenschaft vermindert, als auch, weil sie ihrer Zartheit wie der Natur der Organe zu Folge, welche sie bekleidet, mit mehr Feuchtigkeit durchdrungen ist, welche die isolirende Wirkung aufhebt.

9. Wenn man in unsern Versuchen die Substanzen untersucht, welche in die Bildung des excitirenden Bogens eingehen können, so sieht man, daß der größte Theil derjenigen, welche wir mit Erfolg angewandt haben, von der Zahl derer sind, welche man unter die Electricität leitungsfähigen Substanzen rechnet; die metallischen Substanzen, das Fleisch der Thiere, das Wasser; die feuchten Substanzen, die kohligten Substanzen: während die, welche uns dienen, um die Wirkungen zu unterbrechen, größtentheils sogenannt *idio-electrisch* oder solche Substanzen sind, von denen man weiß, daß sie die electriche Leitung aufhalten; der Schwefel, der Bernstein, die Harze, die Erdharze, der Diamant, die metallischen Oxyde.

Dieser Satz leidet demohngeachtet große Ausnahmen, wie uns Hr. von Humboldt gesagt, und es uns durch Versuche, deren Beschreibung man in dem letzten Abschnitt dieses Berichts finden wird, bewiesen hat.

So verdient auch die Natur der den Bogen bildenden Materien, aus den vergleichenden Gesichtspunkten der Electricität und des Galvanismus angesehen, eine um so genauere Untersuchung, als diese Beziehungen die Basis einer Theorie ausmachen, welche durch die vielen Versuche, auf welche sie gegründet scheint, nicht

weniger, als durch den Nahmen ihres Verfassers be-
rühmt ist.

10. Endlich scheint es, daß die Galvanische Wirkung nicht nur mit der Natur der Glieder, welche den Excitator bilden, und mit ihrer wechselseitigen Anordnung, sondern noch mit ihrer Ausdehnung, und vorzüglich mit der Gröfse der Oberflächen, durch welche sie dieselbe fortzupflanzen scheinen, in einem gewissen Verhältniß steht.

Viele andere Betrachtungen, zu welchen uns die in diesem Abschnitt enthaltenen Versuche Veranlassung geben könnten, werden eine grössere Stärke durch das erhalten, was wir in der Folge, und vorzüglich in dem nächst folgenden Abschnitt zu sagen haben.

D r i t t e r A b s c h n i t t .

Umstände, die ausserhalb der Zusammensetzung des Galvanischen Kreisses und der beyden Bogen, aus denen er besteht, fallen, und die nichts destoweniger einen ausgemachten Einfluß auf den Erfolg der Galvanischen Versuche haben.

Nachdem wir mitgetheilt haben, was unsere Versuche uns in Bezug auf die Natur der beyden Theile des Galvanischen Kreisses, welche wir durch die Benennungen: thierischer Bogen, und excitirender Bogen unterschieden haben, vermuthen ließen, so gehen wir zu

der Erzählung der Versuche über, die uns einiges über die Umstände gelehrt haben, welche nicht zu der Zusammensetzung dieser Bogen selbst gehören, die aber demohngeachtet einen bedeutenden Einfluss auf ihre Wirkungen haben.

Wir beziehen diese Umstände 1. auf den Zustand der dem Versuch unterworfenen contractilen Theile selbst, und auf die Umstände, unter welchen man sie dem Galvanischen Einfluss aussetzt; 2. auf die Art, auf welche man die Berührung, welche die Communication herstellt, bewirkt; 3. auf den Einfluss, welchen die Versuche selbst auf einander durch die bloße Wirkung ihrer Folge auf einander haben; 4. auf die Medien, in welchen die Versuche angestellt werden.

§. I.

Zustand, in welchem sich die Theile des Thieres befinden.

Wir haben uns sehr häufig davon überzeugt, daß frisch gefangene Frösche, oder solche, welche wir mehrere oder weniger Tage in einem Gefäß aufbewahrt hatten; daß frisch abgezogene und den Galvanischen Versuchen nicht unterworfenen Gliedmaßen, oder solche, welche schon viele Versuche ausgestanden hatten; daß Gliedmaßen, welche nach einer gewissen Anzahl von Versuchen in Ruhe gelassen worden, und die man in der Folge von neuem wieder vornahm, oder solche, die einer Reihe Versuche ununterbrochen ausgesetzt worden, nicht dieselben Erscheinungen gaben.

Dies haben wir vorzüglich bey den Versuchen, in

denen alle Theile des excitirenden Bogens, oder auch blofs die Unterlagen, identisch waren, gesehen. Auch haben wir es bey der Vergleichung der Wirkungen gewisser Metalle und Verbindungen, welche die Beyhülfe einer grofsen Susceptibilität in den nervigten und muskulösen Organen voraussetzen, wahrgenommen. (§. VI u. VII, Verf. 1, 2, u. 3; XII, 1, 2; XVI, XVIII u. XIX, Verf. 21, u. f. w.; §. XX.)

Wir haben, um dies zu erweisen, nicht nöthig, in ein grofses Detail zu gehen; alle die Umstände, welche die Susceptibilität des Thieres vermindern, haben uns Gelegenheit gegeben, manche Erscheinungen kennen zu lernen, die ausserdem unserer Beobachtung entgangen seyn würden. Von dieser Art ist der gröfste Theil derjenigen, die wir in der Folge dieses Abschnitts aufstellen werden.

§. II.

Einfluss der Art der Berührung auf den Erfolg der Versuche.

Wenn der Frosch stark und lebhaft ist, so findet man, welches auch die Ordnung sey, in welcher man den Communicator von einer Unterlage zur andern führt; man setze den Communicator mit den Unterlagen in Berührung, oder hebe dieselbe auf, indem man ihn zurückzieht; man nähere denselben der Unterlage, mit welcher er in Berührung kommen soll, langsam, oder man bewege ihn schnell auf derselben; wenig Unterschied in den Wirkungen, und die Contraction ist im

Augenblick der Berührung rasch und lebhaft. Nicht so ist es, wenn der Frosch ermüdet ist.

Schliessung des Galvanischen Kreisses nach verschiedenen Richtungen.

61. Der Rücken eines Frosches ruhte auf einer Platte Bley;

Der Communicator von Silber wurde von dem Schenkel nach der Bleyplatte geführt (§. XVIII, Verf. 3 u. 4):

Die Contraction erschien bestimmt.

Wurde der Communicator hingegen von der Bleyplatte nach dem Schenkel geführt:

So blieb die Contraction ausen.

Die Wirkung blieb sich bey dem nemlichen Frosch mehreremal nach einander völlig gleich; und ein andermal bemerkte man unter den nemlichen Verhältnissen dieselbe ausgezeichnete Verschiedenheit durch eine sehr grofse Ungleichheit in der Stärke der Bewegungen.

Galvanische Wirkungen, sowohl beym Schliessen, als beym Trennen des Galvanischen Kreisses.

62. Von zwey Froschschenkeln, die einander mit ihren Nerven berührten, lag der eine auf Silber, der andere auf Bley;

Bey der Annäherung des Communicators (§. XI, Verf. 2 u. 3),

Gerieth der auf dem Silber liegende Schenkel in Contraction.

Bey der Wegnahme des Communicators

Wurde der auf dem Bley liegende Schenkel contractirt, und so abwechselnd fort, auf eine gleichbleibende Art.

Was man auch für einen Communicator wählte, und von welchem Ort aus man mit ihm den Kreiß (die Kette) schloß, es mochte von einer Unterlage zur andern geschehen, oder man mochte beyde auf einmal berühren, so zeigte sich doch dieser Wechsel auf dieselbe Weise.

Die nemlichen beyden Schenkel communicirten mit einander durch einen Bleydrath, der ihre Nerven berührte (§. XI, Verf. 4):

Die Wirkung blieb die nemliche, indem bey der Anbringung des Communicators der auf dem Silber, und bey der Wegnahme desselben der auf dem Bley liegende Schenkel zuckte.

Schnelligkeit, mit der der Communicator berührt oder weggenommen wird.

63. Ein durch eine Reihe auf einander folgender Versuche ermüdeten Frosch hörte auf, sich im Augenblick der Herstellung der Communication zu bewegen;

Der Communicator wurde schnell genähert und sogleich wieder zurückgezogen, ohne indessen der Unterlage einen merklichen Stoß mitzutheilen (§. XI, Verf. 1):

Die Susceptibilität des Thieres stellte sich wieder her, und die Gliedmasse erlitt neue Contractionen, welche sich so oft erneuerten, als man das nemliche Mittel anwandte.

Blofse Veränderung der Berührung, ohne Unterbrechung derfelben.

64. Die Nerven zweyer auf die beschriebene Art beschaffener Froschschenkel, communicirten mit einander vermittelt eines Bleydraths;

Der eine Schenkel lag, wie vorhin, auf einer Silberplatte und der andere auf einer von Bley;

Ein langer aus gewundenem Kupferdrath gebildeter Communicator lag auf beyden Seiten auf der Unterlage von Gold und Bley;

1. Der auf der Unterlage ruhende Communicator wurde mit der Hand so fest als möglich, und ohne seine Lage merklich zu verändern, gehalten (§. XI, Verf. 4):

Die Schenkel erlitten lange Zeit wiederholte Contractionen, welche nach einigen Unterbrechungen mehrmals von neuem wiederkehrten.

2. Jetzt wurde der Communicator nicht mit der Hand, sondern durch ein Gewicht von Metall festgehalten (§. XI, Verf. 5):

Aufser den Contractionen, welche im Augenblick der Berührung statt hatten, zeigten sich, während der Communicator in Ruhe blieb, keine weiter.

3. Alles blieb wie vorhin, der Communicator, welcher mit der Unterlage in ununterbrochener Berührung blieb, und durch ein Gewicht festgehalten wurde, wurde über verschiedene Theile der Oberfläche der Unterlagen beyder Schenkel hingezogen (§. XI, Verf. 6):

Unter diesen Verhältnissen dauerten die Contractionen, nach der ersten Berührung, von neuem so lange

und auf dieselbe Art fort, als würde der Communicator nur mit der Hand gehalten.

65. Der Nerv eines Froschschenkels wurde auf eine Zinkplatte, der Muskel auf eine Tafel versilbertes Kupfer gelegt, auf welcher der ganze Apparat ruhte (§. XIII, Verf. 4):

Der Schenkel erlitt lange Zeit fortdauernde Contractionen, ohne daß der Apparat verändert worden wäre, und ein anderer Communicator vorhanden war, als die Tafel, auf welcher der Schenkel ruhte.

Als man nach dem Aufhören der Contraction den Nerven auf der Zinkplatte, die ihm zur Unterlage diente, dergestalt hingleiten liefs, daß er, ohne sich von ihr zu entfernen, bloß seine Berührungspunkte mit ihr veränderte:

So erneuerten sich diese Bewegungen sogleich.

§. III.

Einfluss, welchen die Versuche gegenseitig auf sich, durch die bloße Wirkung ihrer Folge nach einander, haben.

Wir haben uns durch verschiedene Versuche sehr bald überzeugt, daß gewisse unter ihnen einen solchen Einfluss auf die Susceptibilität des Thieres hatten, daß sie den Erfolg oder Nichterfolg der folgenden merklich zu bestimmen schienen.

66. Von der untern Extremität eines Frosches

Legte man den Schenkel auf ein Stück Silber;

Der Nerv blieb leer;

Ein Kupfer-, und darauf ein Golddrath verband das Silber mit dem Nerven (§. V, Verf. 1 u. 2):

Die Contraction trat in beyden Fällen ein, aber stärker war sie beym goldnen Communicator.

Man stellte darauf denselben Versuch so an, daß man den nemlichen Schenkel auf Silber,

Und eben so den Nerven auf Silber legte;

Auch zum Communicator nahm man Silber (§. V, Verf. 3):

Dieser selten gelingende Versuch war jetzt durchaus negativ.

Er gelang eben so wenig, wenn man statt des silbernen Communicators einen von Kupfer nahm (§. V, Verf. 4.)

Nach diesen vergeblichen Versuchen stellte man die vorigen Umstände wieder her, unter denen der Versuch gut gelang (§. V, Verf. 5):

Jetzt blieb seine Wirkung völlig ausen.

Man wählte darauf eine Construction, deren Erfolg jederzeit gewiß ist;

Der Nerv war mit einer Platte Bley armirt;

Der Muskel lag auf einer Platte von Silber;

Der Communicator war von Kupfer (§. V, Verf. 6):

Der Schenkel erlitt unter dieser Vorrichtung seine gewöhnlichen Contractionen.

Nach diesem wirkfamen Versuch nahm man die erste Anordnung, die nach dem zweyten und dritten Versuch ohne Erfolg blieb, wieder vor (§. V, Verf. 7):

Jetzt war ihr Erfolg so vollkommen, wie das erstemal.

67. Ein andermal hatten wir zwey Vordertheile von Fröschen, die wir durch ihre Nerven mit einander verbanden, und von denen der eine matt, der andere frisch war;

Den ersten legten wir auf Bley;

Der zweyte ruhte auf einer Zinnplatte;

Der Communicator von dem Bley nach dem Zinn war von Silber (§. VII, Verf. 1 u. 2):

Der erste ermüdete und auf dem Bley liegende Frosch blieb ohne alle Bewegung;

Der zweyte frische auf dem Zinn liegende wurde sehr lebhaft contrahirt.

Man verwechselte die Unterlagen, und legte den frischen Frosch auf das Bley, den ermüdeten auf das Zinn (§. VII, Verf. 3):

Jetzt wurde dieser so gut, wie jener, contrahirt.

Darauf brachten wir von neuem alles wieder in die erste Lage (§. VII, Verf. 4):

Beyde Frösche fuhren nun fort, sich gleichförmig zu bewegen.

Diese Beobachtung hat sich uns sehr oft bey Versuchen, deren Erfolg negativ war, dargeboten, und eben so oft haben wir gesehen, wie dieselben, wenn wir sie nach einem von den Versuchen, deren Erfolg, vorzüglich bey Unterlagen von Eisen, Zinn, Silber, Gold und Kupfer, am gewissten ist, wiederholten, von neuem gelangen. (§. V, letzte Beobachtung.)

Eben so haben wir beobachtet, daß, wenn wir einen der ungewissen Versuche auf solche folgen ließen, deren Anstellung am öftersten ohne Erfolg ist, sie dann sicher mislingen.

§. IV.

Beschaffenheit der Medien.

Endlich sollte man glauben, daß eine von den Bedingungen, die auf den Erfolg der Versuche des meisten Einflusses fähig wären, die Beschaffenheit der Medien sey, in denen sie angestellt werden,

Die verschiedenen Zustände der Luft könnte man als sehr mannichfaltige Modificationen ein und des nemlichen Mittels ansehen. Diese Zustände werden es folglich verdienen, mit Sorgfalt festgesetzt, und mit den erhaltenen Wirkungen in Vergleichung gezogen zu werden.

Die Leere und die verschiedenen Gasarten müssen ebenfalls Einflüsse haben, welche wir uns zu bestimmen vorsetzen.

Bis jetzt haben wir unsere Versuche bloß in der gewöhnlichen Luft, in Wasser und in electrischen Atmosphären angestellt.

Versuche angestellt unter Wasser.

68. Der ganze Galvanische Apparat wurde unter Wasser gebracht;

1. Der Nerv wurde auf einer Platte Bley oder Zink gehalten;

Der Muskel ruhte auf einer von Silber;

Der Communicator bestand aus Kupfer oder aus Eisen (§. XV, Vers. 1 u. 2):

Die Contractionen zeigten sich auf dem Grunde des Wassers eben so bemerkbar, als in der Luft.

2. Eine Verletzung von $\frac{3}{4}$ Bley mit $\frac{3}{4}$ Silber wurde unter den Nerven gelegt;

Eine Platte Silber unter den Muskel (§. XV, Verf. 6):

Die Wirkung hatte im Wasser eben so statt, wie in der Luft.

3. Ein Stück Nickel unter dem Nerven;

Eine Platte Zink unter dem Muskel;

Und ein Communicator von Kupfer (§. XV, Verf. 5):

Thaten unter dem Wasser ihre gewöhnliche Wirkung.

4. Der Nerv wurde auf Nickel, und der Muskel auf Silber gelegt, der Communicator blieb derselbe (§. XV, Verf. 3):

Es erschien keine bemerkbare Wirkung.

Die nemliche Verbindung hatte in der Luft eine weit geringere Wirkung, als die andern Verbindungen: es schien uns ausgemacht, daß hier der Widerstand des Mediums das wahre Hinderniß war, welches sich der Entwicklung der Contraction entgensetzte, und daß übrigens die Beschaffenheit des Mediums keine wesentliche Veränderung in den Wirkungen der Galvanischen Influenz hervorbringe. (§. XV, Verf. 4.)

Versuche angestellt in electrischen Atmosphären.

Wir nahmen einen präparirten Frosch, und brachten ihn auf ein gläsernes Isolatorium, was auf einem gläsernen mit Siegelack überzogenen Fuß stand.

Man lud den Frosch mit der Leidner Flasche.

Der Communicator war durch eine Stange Siegelack isolirt.

Man wiederholte mit diesem Apparat die gewöhnlichen Versuche.

Sie glückten vollkommen, und ohne einen bemerkbaren Unterschied, wie im gewöhnlichen Zustande.

Nach Endigung aller Versuche überzeugten wir uns davon, daß der Frosch seine electriche Ladung nicht verloren habe, indem wir ihn mit dem Electrometer des Bürgers Coulomb untersuchten.

Betrachtungen über die in dem dritten Abschnitt enthaltenen Versuche.

Die in diesem Abschnitt enthaltenen Versuche scheinen uns auf folgende Betrachtungen zu leiten.

1. Der Galvanische Einfluss scheint in vielen Fällen durch Uebung erregt, durch anhaltende Bewegungen erschöpft, und durch Ruhe wieder hergestellt zu werden.

2. Die Menge von Versuchen, welche so augenscheinlichen Einfluss auf das Resultat der Galvanischen Versuche haben, und ihr Gelingen oder Mislingen begründen können, muß bis jetzt viele Behutsamkeit beym Verneinen oder Bejahen des Erfolgs der erzählten Versuche einflößen, man sey denn gewiß, daß man alle influirenden Umstände zu schätzen im Stande sey.

3. Einer von den Umständen, welche das Gesagte am meisten bestätigen, und dessen Wirkung auf die Fortdauer der Galvanischen Contractionen wir oben erzählt haben, ist der, in welchem der mit der Hand gehaltene Communicator beharrlich in dem nemlichen Berührungspunkte

zu bleiben schien, und wir uns dennoch überzeugten, daß in dieser Berührung, ohngeachtet der scheinbaren Unbeweglichkeit des Communicators, eine wirkliche Veränderung vorging.

Man kann daraus ferner schliessen, daß die geringste Veränderung in der gegenseitigen Lage der Glieder des Galvanischen Circels und des excitirenden Bogens eine Wirkung in dem susceptiblen Thiere hervorbringen, und irrige Urtheile über den wahren Erfolg eines Versuchs veranlassen könne, sobald wir nicht auf die geringsten Veränderungen dieser Art Acht haben.

4. Die Versuche über die Verhältnisse der Galvanischen Contractionen zu der Annäherung und Wegnahme des Communicators, von denen wir oben gesprochen haben, bestätigen den vorhergehenden Satz noch mehr, und zeigen, daß alle Momente des Versuchs nicht bloß collectiv beobachtet, sondern in ihrer Folge und zu den verschiedenen Zeiten des Versuchs verfolgt werden müssen.

5. Es scheint, daß es bey der Bildung des excitirenden Bogens, unabhängig von der Art seines Verhaltens bey den Galvanischen Versuchen, schwächende und belebende Constructionen (*des dispositions éner-vantes et des dispositions excitantes*) gebe, von denen einige nicht bloß wirksam oder unwirksam sind, sondern überdem das Thier zu einer größern oder geringern Susceptibilität für die folgenden Versuche bestimmen.

6. Eben so wichtig ist es für die Genauigkeit der Versuche, und ihre Schätzung, sich von dem jedesmaligen Zustande des Thieres, von der

Art, auf welche es aufbewahret und bis zum Augenblick des Versuchs unterhalten worden, und von dem Zustande der Atmosphäre, vorzüglich in Bezug auf das Hygrometer, und ohne Zweifel auch auf das Baro-, Thermo- und Electrometer zu belehren.

7. Endlich wäre zu wünschen, daß man ein Verzeichniss der verschiedenen Arten von Versuchen verfertigen könnte, in welchem man sie nach dem Grad ihrer Wirksamkeit ordnete, und daraus eine Galvanische Scale (wenn es uns möglich ist, uns so gehörig auszudrücken) machen könnte, mit deren Hülfe man den Grad der Susceptibilität des in einem gewissen Zustand und in einer gewissen Lage genommenen Thieres; die Versuche, denen man es in Bezug auf diese Erregbarkeit unterwerfen könne; nach diesem die mehr oder weniger wirksamen oder unwirksamen Versuche; den Werth der Umstände, unter welchen man sich jeden Tag befindet, bestimmen, und endlich daraus beurtheilen könnte, wie weit der Erfolg oder Nichterfolg eines Versuchs zu gewissen und durchaus verneinenden oder bejahenden Schlüssen berechtigen könne.

Anmerkung. Diese Idee, auf welche uns unsere Versuche geführt haben, hat ihre Ausführung größtentheils bereits in dem Werke des Hrn. von Humboldt (Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaaser. Erster Band. Posen und Berlin. 1797. 8.) erhalten.

V i e r t e r A b s c h n i t t .

Verfuche über die Mittel, die Susceptibilität der Thiere in den Galvanischen Versuchen zu verändern, zu schwächen und wieder herzustellen.

U m die Classification der Ursachen, welche auf den Erfolg der nach der Methode des D. Galvani angestellten Verfuche Einfluss haben können, vollständig zu machen, war es nothwendig, unabhängig von den Umständen, welche die Verfahrensart, den Zustand des Thieres und die Einflüsse der Medien betreffen, die Wirkungen verschiedener Substanzen, von welchen man angenommen hat, daß sie vermögend wären, die Susceptibilität der nervösen und muskulösen Organe zu erhöhen oder zu unterdrücken, zu untersuchen, oder wenigstens ihren beyderseitigen Einfluss zu erforschen.

Wir kannten aus Journälen die Verfuche, welche Hr. von Humboldt über die Wirkung verschiedener chemischer Agentien angestellt hatte, und wir haben einige derselben wiederholt; vor allem aber haben wir untersucht, was der electriche Einfluss bewirken könne. Eben so werden wir erzählen, was einige von uns in verschiedenen, in der medicinischen Schule über verschiedene Arten Asphyxien angestellten Versuchen in Rück-

sicht auf den Galvanismus beobachtet haben. Außerdem nehmen wir uns noch vor, die Wirkungen einer künstlichen Kälte und, im Allgemeinen, aller mit der Erhaltung der Organisation verträglichen Veränderungen der Wärme zu untersuchen; wir sind aber an der Anstellung dieser Versuche bis jetzt noch verhindert worden.

§. I.

Einfluss der Electricität auf die Susceptibilität der Thiere für die Galvanischen Versuche.

70. Wir nahmen einen durch die Galvanischen Versuche erschöpften Frosch, der selbst durch die wirksamsten Excitatoren nicht mehr zu Contractionen zu bringen war;

Er wurde einem geladenen Electrophor genähert, und erhielt von der Scheibe (*plateau*) desselben einen elektrischen Funken, welcher ihn in Contraction versetzte.

Wir unterwarfen ihn darauf den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen (C. XVII, Verf. 2):

Er gab von neuem Beweise einer sehr ausgezeichneten Susceptibilität für die Action der Galvanischen Excitatoren.

Dieser Versuch hat uns hinreichend geschiene, die Eigenschaft des elektrischen Funken, die Susceptibilität durch wiederholte Versuche erschöpfter Thiere wieder herzustellen, zu beweisen.

Wir haben Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten, als Alcohol, Kalialuflösung, einer gesättigten Opiumauflösung in Wasser, angestellt; auch haben wir die

Wirkung der oxygenirten Salzsäure auf schwache sowohl als erschöpfte Organe untersucht.

In allen Fällen haben wir uns zur Prüfung der Susceptibilität unserer Thiere der Metalle als Unterlagen bedient, welche mit einander die größte Wirkung hervorbringen, wie Silber und Zink. Unsere Versuche haben uns folgende Resultate gegeben.

§. II.

Wirkung einiger Flüssigkeiten auf die Galvanische Beschaffenheit muskulöser Organe.

Alkohol und oxygenirte Salzsäure.

71. Der Nerv einer Extremität wurde 4 Minuten lang in Alkohol getaucht;

Der Muskel 2 Minuten lang:

Die Galvanischen Contractionen waren nach dieser Eintauchung sehr geschwächt.

Sowohl der Nerv, als der Muskel wurden von neuem 2 Minuten lang eingetaucht, daß also der erste im ganzen 6 Minuten, der zweyte 4 Minuten lang in der Flüssigkeit gewesen war:

Die Susceptibilität war völlig vernichtet, und die Theile blieben gegen alle Galvanischen Versuche unempfindlich.

72. Darauf tauchte man die nemlichen Theile in oxygenirte Salzsäure:

Das Thier wurde keinesweges wieder für die Galvanischen Versuche empfindlich, und die Susceptibilität blieb vernichtet.

73. Die Füße,

Und das Obertheil des Rückgrats eines Frosches, wurden eine Zeit hindurch, deren Länge wir in unserm Manual anzumerken vergessen haben, die uns aber nach dem vorigen Versuche hinlänglich zu seyn schien, in Alkohol getaucht;

Die dazwischen befindlichen Nerven und die Muskeln der Schenkel blieben außerhalb der Flüssigkeit:

Die Susceptibilität der Muskeln und Nerven erhielt sich ungestört fort.

74. Die Nerven eines Frosches blieben frey, und außerhalb der Flüssigkeit, die Füße und Schenkel nebst dem Rückgrat des Thieres wurden in Alkohol getaucht,

Zuerst 4,

Dann 5,

Dann 6 Minuten lang:

Zu Ende der 4 ersten Minuten blieb sich die Susceptibilität gleich,

Zu Ende der 5 wurde sie schwach,

Und zu Ende der 6 war sie vernichtet.

Man tauchte darauf die nemlichen Theile in oxygenirte Salzsäure:

Die Susceptibilität wurde nicht wieder hergestellt.

Anwendung der oxygenirten Salzsäure auf
durch eine Reihe von Versuchen erschöpfte Organe.

75. Gliedmassen von Fröschen, die eine lange Reihe von Versuchen ausgestanden hatten, erschöpft waren,

und den Galvanischen Reitzungen nicht mehr gehorchten,
Wurden zu wiederholten Malen in oxygenirte Salzsäure getaucht:

Ihre Susceptibilität stellte sich nicht wieder her.

Eintauchung in eine Kaliauflösung.

76. Ein sehr lebhafter Froschschenkel wurde in eine Kaliauflösung getaucht:

Er erlitt darinn leichte, von selbst erfolgende und anhaltende Contractionen.

Eintauchung in eine Opiumauflösung.

77. Der Schenkel eines gleichfalls lebhaften Frosches wurde in eine sehr starke wässerichte Opiumauflösung getaucht;

Er blieb darinn erst 1, dann 6, dann 10 Minuten:

Die durch den Galvanischen Apparat hervorgebrachten Contractionen fuhren fort, sehr stark zu seyn.

Die Eintauchung wurde bis zu 15 Minuten fortgesetzt:

Die Contractionen fingen an, merklich schwach zu werden.

Diese Versuche, die nach einem in den Journälen befindlichen Auszug derer des Hrn. von Humboldt, und soviel wir urtheilen können, auf eine dem Verfahren des teutschen Physikers ganz gemäße Art wiederholt wurden, haben uns indess keinesweges den seinigen entsprechende Resultate dargeboten.

Hr. von Humboldt hat aber, in Rücksicht auf diese Art von Versuchen, deren Zweck es ist, Nuancen zu bestimmen, die mehr oder minder schwer aufzufassen

sind, gegen uns die Bemerkung gemacht, daß man sie zu einer kältern und schicklichern Jahreszeit wiederholen müsse. Wir behalten uns ihre Anstellung für die Folge vor, und werden alsdenn dem Institut davon die gehörige Nachricht ertheilen.

§. III.

Einfluß der verschiedenen, Asphyxi-
en bewirkenden Ursachen auf die
Wirkungen des Galvanismus. (Ein Aus-
zug aus Versuchen, welche in der medici-
nischen Schule zu Paris angestellt
wurden.)

Was wir hier, die Wirkung der Asphyxien auf die muskulösen Organe betreffend, anführen werden, ist ein treuer Auszug aus den Resultaten, welche in Gegenwart einiger von uns *) bey Versuchen erhalten wurden, welche man in der medicinischen Schule an warmblütigen Thieren angestellt hat, von denen man einige, sowohl durch Erfäufung, als Erwürgung, und durch die Wirkung verschiedener Gasarten erstickte, andere aber in der Leere oder durch electriche Ladungen tödtete.

*) Zwey Glieder der Commission, die Bürger Fourcroy und Hallé haben sich mit diesen Versuchen in Gesellschaft der Bürger Deyeux, Chauffier, Leroux, Professoren der Schule, des Bürger Dupuytren, Professor, des Bürger Thillaye dem Sohn, und mehrerer anderer bey der medicinischen Schule angestellten Personen, beschäftigt.

Der Gegenstand dieser Versuche war, die Phänomene und die Wirkungen der verschiedenen Arten von Asphyxien mit einander zu vergleichen.

Unter den, zur Bestimmung der durch erstickte Thiere erzeugten Veränderungen, angestellten Versuchen aber beschäftigte man sich vorzüglich damit, den Zustand ihres Muskelsystems in Beziehung auf die Wirkungen des Galvanischen Einflusses zu bestimmen.

Man stellte diese Versuche mit einem aus drey verschiedenen Metallen zusammengesetzten excitirenden Bogen an, den man vorzüglich aus Gold- und Silberstücken, Zinn- und Bleypplatten, und Stücken Kupferdrath oder eisernen Instrumenten, bildete.

Die zu den Versuchen angewandten Thiere waren Kaninchen und Meerfchweinchen (*cavia cobaya*): das kleinere Volumen der letztern machte dieselben zu den Versuchen, die man im pneumatisch-chemischen, und vorzüglich im Quecksilberapparat anstellte, geschickter, als erstere.

Der Zustand der Susceptibilität der nervösen und muskulösen Organe bot nach der Verschiedenheit der Ursache der Asphyxien und der Art, auf welche sie bewirkt wurden, sehr mannichfaltige Erscheinungen dar. Hier sind die allgemeinen Resultate derselben.

Wir wollen sie eintheilen in Asphyxien, die die Galvanische Susceptibilität vernichteten, in Asphyxien, welche sie bloß unterbrachen (*suspendre*), in Asphyxien, welche sie bloß schwächten, und in Asphyxien, welche sie gar nicht merklich veränderten.

Gänzliche Vernichtung der Susceptibilität durch die Asphyxien in geschwefeltem Wasserstoffgas (*gaz hydrogène sulfuré*) durch Kohlendampf, und durch Erfäufung des an den Hinterfüßen aufgehängenen Thieres.

Die Susceptibilität für die Galvanische Action war nach der Erstickung durch geschwefeltes Wasserstoffgas gänzlich vernichtet.

Das Thier, welches ein kleines Meerschweinchen war, erstickte in einer Zeit von einer halben Minute. Es wurde nach 5 Minuten geöffnet: keinen seiner Theile aber fand man mehr für die Galvanischen Wirkungen susceptibel; die Muskeln waren livid, das Herz eingezogen, hart und ohne Bewegung.

79. Eben so war die Susceptibilität durch die Erstickung in einer mit Kohlendampf beladenen Atmosphäre vernichtet.

Ein kleines Meerschwein, welches man in ein kleines Zimmer, in welchem sich ein Ofen vollglühender Kohlen befand, brachte, war in dem Augenblick, wo die Kohlen aufhörten zu brennen, 20 Minuten, nachdem man es in das Zimmer gebracht hatte, vollkommen erstickt. Fünfzehn Minuten nach der scheinbaren Erstickung wurde es geöffnet.

Keines der muskulösen Organe zog sich weder durch Galvanische Mittel, noch durch Reizung mit dem Scalpell, zusammen. Die Herzohren contrahirten sich noch, wenn man das Herz reizte.

80. Ein an den Füßen aufgehängenes Thier, dessen Kopf man ganz unter Wasser

getaucht hatte, gab nach der Erstickung ebenfalls kein Zeichen von Erregbarkeit mehr von sich.

Es war ein Kaninchen; nach 3 Minuten hörten alle Bewegungen auf. Nach 5 Minuten wurde es geöffnet, die Muskeln waren weder durch das Scalpell, noch durch die Galvanischen Excitatoren wirksam zu reitzen.

An dem Herzen, welches bloß gelegt, und von dem Herzbeutel entkleidet wurde, contrahirte sich bey der Berührung mit der Luft das rechte Ohr und darauf der rechte Ventricel. Die Susceptibilität stellte sich nicht wieder her.

Dieses Factum ist um so merkwürdiger, da man es, wie man sehen wird, bey keiner auf irgend eine andere Art bewirkten Erläufung antrifft.

Unterbrechung der Susceptibilität durch Erstickung in reinem kohlenstoffsaurem Gas unter dem Quecksilberapparat.

81. Nach der, durch, aus Kreide durch Schwefelsäure gezogenes kohlenstoffsaures Gas, bewirkten Erstickung schien die Susceptibilität vernichtet, stellte sich aber an der Luft deutlich wieder her.

Das Thier war ein kleines Meerschwein. Nach 2 Minuten war es völlig erstickt, und nach 5 Minuten geschah die Oeffnung. Sogleich nach der Oeffnung hatte die Galvanische Vorrichtung keine merkliche Wirkungen auf sie; diese entwickelten sich aber, nachdem das Thier einige Zeit der Luft ausgesetzt worden war.

Das nemliche Phänomen zeigte sich in Bezug auf die Reitzung der Muskeln mit dem Scalpell, und eben so in Rücksicht der freywilligen Bewegung des Herzens, welches bey der Oeffnung der Brust nicht schlug, aber, vorzüglich nachdem es einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen war, wieder zu schlagen anfang.

Dasselbe Phänomen zeigte sich in Bezug auf das Herz bey einem andern, durch das nemliche Gas, in dem hydropneumatisch - chemischen Apparat, erstickten Thiere.

Zwischen dem Resultat dieses Versuchs, und dem der, durch in der Atmosphäre verbreiteten Kohlendampf verursachten Asphyxie, findet sich ein merkwürdiger Unterschied. Bey letzterer stellte sich die Susceptibilität keinesweges wieder her; zwischen beyden hatte indess auch der Unterschied statt, dafs die durch das kohlenstoffsaure Gas schnell und in 2 Minuten bewirkt wurde, indess die andere weit langsamer geschah, und sich auf 20 Minuten verzögerte.

Schwächung, aber nicht Vernichtung der Susceptibilität bey Asphyxien, welche durch geschwefeltes Wasserstoffgas, das einen Theil seines Schwefels verloren hatte, durch Ammoniakgas, durch Stickstoffgas, durch Gasarten, die durch die Respiration erschöpft worden, bewirkt wurden, und bey Thieren, die durch Erfäufung umkamen.

Mehrere andere Ursachen der Asphyxien lieffen in dem Thiere nach Verlöschung aller äufsern Zeichen des Le-

bens einen mehr oder minder geschwächten, indess noch ziemlich merklichen Grad von Susceptibilität zurück.

82. Das nemliche geschwefelte Wasserstoffgas, von dem man einen Theil bereits zu der Erstickung, von der wir oben gesprochen haben, und nach welcher man alle muskulösen Organe ihrer Susceptibilität beraubt fand, angewandt hatte, diente 2 Tage nachher, während denen es einen Theil seines Schwefels, den es aufgelöst hielt, abgesetzt hatte, zu einem zweyten Versuch.

Ein kleines Meerschwein erstickte darin während einer Minute; das andere von dem nemlichen Volumen und in dem nemlichen Raum war in einer halben Minute erstickt. Bey dem, von welchem wir hier sprechen, schienen bey der Oeffnung, die man nach 5 Minuten vornahm, die Muskeln minder livid, das Herz war gleichfalls eingezogen, schwarz und unbeweglich; die Muskeln, welche durch das Scalpell fast gar nicht zu reitzen waren, zeigten sich gegen die Galvanischen Excitatoren ziemlich sensibel. Das Silberstück, welches man unter den Muskel legte, wurde an der Oberfläche merklich mit Schwefel überzogen (*sulfuré*).

Man sieht hieraus, daß die Ursache der Asphyxie, sowohl an ihrer Intensität, als an ihrer Wirkung in Bezug auf die Galvanische Susceptibilität in dem Verhältniß verliert, als das Gas sich mehr dem Zustand des reinen Wasserstoffgas nähert. Man wird davon bald einen neuen Beweis sehen.

83. Die durch das Ammoniakgas bewirkte Asphyxie verminderte ebenfalls die Susceptibilität beträchtlich, ohne sie zu vernichten.

Ein kleines Meerschwein, welches man un-

ter eine mit diesem Gas gefüllte Glocke unter den pneumatisch-chemischen Quecksilberapparat brachte, erstickte in weniger, als einer Minute, und nach 5 Minuten wurde es geöffnet.

Die etwas lividen Muskeln waren für das Scalpell sehr wenig irritabel; das Herz war hart und schlug nicht, bloß das rechte Herzohr schlug noch. Demohngeachtet schien die Empfänglichkeit der Muskeln für den Einfluß des Galvanischen Apparats die Contractilität durch die Wirkung jenes Reitzes zu übertreffen.

84. Die Erstickung in einer mit Stickstoffgas gefüllten Glocke hatte bey einem kleinen Meerschwein in Zeit von $5\frac{1}{2}$ Minute statt.

Bey der Oeffnung waren die Muskeln nicht sonderlich fähig, sich auf die Wirkung des Galvanismus zu contrahiren.

Die Reitzung durch Ritzen mit dem Scalpell aber zeigte sich hier weit lebhafter, und die Herzohren contrahirten sich vor und, noch lebhafter, nach der Oeffnung des Herzbeutels.

Wenn man die respirable Luft nicht erneuert, so hört sie es auf zu seyn, und bewirkt endlich eine wirkliche Erstickung der Thiere; demohngeachtet sind die Wirkungen verschieden, wenn diese Erstickung in dem Sauerstoffgas oder in der atmosphärischen Luft geschieht: aber diese Verschiedenheit hat Verhältnisse dargeboten, welche zu erwarten, man nicht sonderlichen Grund hatte.

85. Ein Meerschweinchen, welches man in eine Glocke voll Sauerstoffgas, das man aus oxygenirt-salzsaurem Kali (*muriate oxigène de potasse*) gezogen hatte, sperrte, und welches einen grossen Theil der Capacität dieser

Glocke ausfüllte, fiel in völlige Asphyxie nach 1 Stunde und 40 Minuten. Ein zweytes, was man in den nemlichen Apparat brachte, starb nach 1 Stunde und 45 Minuten. Bey beyden fand man nach der Oeffnung die Muskeln, durch das Scalpell sowohl, als durch die Galvanischen Excitatoren sehr wenig reitzbar; das Herz war sehr groß, aber durchaus ohne Bewegung.

86. Bey einem kleinen Meerfchweinchen hingegen, was man unter eine mit atmosphärischer Luft gefüllte Glocke brachte, und welches nach 24 Minuten erstickte, fand man die Muskeln sowohl sehr irritabel durch das Scalpell, als sehr sensibel für die Galvanischen Einflüsse, und das Herz fuhr eine sehr lange Zeit fort zu schlagen: es schlug noch nach einer Stunde.

Das in dem mit dem Sauerstoffgas angestellten Versuche zurückbleibende Gas vergrößerte indess noch immer die Flamme des Lichts und ihren Glanz; und im andern Versuche mit der atmosphärischen Luft löschte das rückständige Gas die Lichter aus.

Die Wirkungen der Erfäufung endlich, die man bey zwey Kaninchen beobachtete, von denen eines mit Hülfe eines an seinen Vorderfüßen aufgehängenen Gewichts plötzlich erfäuft, das andere aber in einem mit Wasser gefüllten Gefäß sich selbst überlassen wurde, bieten einen sehr merkwürdigen Contrast mit den Wirkungen dar, welche man bey dem Kaninchen beobachtet hatte, dessen Kopf man unter Wasser getaucht hatte, indem man es bey den Hinterfüßen aufhing, und dessen Mus-

keln sich für die Einwirkung der Galvanischen Excitatoren völlig unempfindlich zeigten.

87. Das vermittelst angehängter Gewichte erlufte Kaninchen erstickte nach 3 Minuten, und wurde nach 5 Minuten geöffnet. Nach 15 Minuten waren die Galvanischen Bewegungen noch sehr lebhaft; nach 20 Minuten aber hörten sie auf.

88. Das sich in dem Gefäß mit Wasser selbst überlassene Kaninchen schwamm 5 Minuten lang, und erstickte nach 14 Minuten; nach 15 Minuten zog man es aus dem Wasser und öffnete es. Nach 25 Minuten hörten die Galvanischen Bewegungen gänzlich auf.

Erhaltung der Susceptibilität ohne Veränderung, nach den Asphyxien, welche man durch Untertauchung in Quecksilber, durch die Wirkung des reinen Wasserstoffgas, des reinen gekohlten Wasserstoffgas, des oxygenirt-salzsäuren Gas, des schwefligsäuren Gas; durch Erwürgung; durch Wegnahme der Luft unter der Luftpumpe, und durch die Entladung einer electricischen Batterie, bewirkte.

Zu der Art von Asphyxie, nach welcher die Irritabilität der Muskeln, und vorzüglich ihre Galvanische Susceptibilität, keine Veränderung zu erleiden schienen, soweit uns die verglichenen Beobachtungen diese Versicherung erlauben können, könnte man schon die zählen, welche das Thier nach der Erschöpfung

der atmosphärischen Luft erleidet, und von der wir schon weiter oben nur darum gesprochen haben, um sie durch Vergleichung der zu nähern, welcher ein ähnliches Thier in einem gleichen Volumen reinen Sauerstoffgases erlag.

89. Eben so wenige merkliche Veränderung erlitt die Susceptibilität bey einem durch Untertauchung in eine mit Quecksilber gefüllte Glocke erstickten Thiere.

Es war ein kleines Meerfchweinchen: es erstickte, wie bey dem gewaltsamen Untertauchen unter Wasser, nach 3 Minuten; nach 5 Minuten zog man es heraus, und öffnete es. Die Muskeln behielten sowohl eine große Irritabilität für das Scalpell, als eine große Susceptibilität für die Galvanischen Versuche. Diese Eigenschaft dauerte über 35 Minuten, und das Herz schlug gleichfalls noch nach Verlauf dieser Zeit.

90. Unter den Asphyxien, welche die verschiedenen irrespirablen Gasarten verursachen, ist die, welche das reine, aus Eisenfeile durch Schwefelsäure gezogene Wasserstoffgas bewirkt, diejenige, welche die meiste Zeit erfordert.

Ein kleines Meerfchweinchen, welches man unter eine mit diesem Gas gefüllte Glocke brachte, starb erst nach 10 Minuten. Als man es nach 15 Minuten herauszog und öffnete, zeigten sich die Muskeln aller Theile sowohl irritabler, als contractiler durch die Galvanischen Versuche, und beharrten längere Zeit in diesem Zustand, als in allen vorhergehenden Versuchen. Das Blut des Thieres war dick, und floss nicht.

Wir wollen hier auf die Verschiedenheit aufmerksam machen, welche die in dem Wasserstoffgas aufge-

lösten Substanzen, und die Verhältnisse, in welchen sie darinn aufgelöst sind, in die Wirkungen dieses Gases bringen. Die Vergleichung der Wirkungen der, verschiedene Mengen Schwefel haltenden Arten Wasserstoffgas, welche wir oben beschrieben haben, mit der Wirkung des reinen Wasserstoffgases, liefert ein nicht zweydeutiges Beyspiel davon, und ein anderes wird man in den Wirkungen der Auflösung der Kohle in dem Wasserstoffgas finden.

91. In dem durch Destillation aus Eichenholz gezogenen gekohlten Wasserstoffgas starb ein kleines Meerschweinchen in 2 Minuten; nach 5 Minuten öffnete man es.

Alle muskulösen Theile, das Herz, selbst die Herzohren und das Blut, hatten eine sehr lebhaft Scharlachröthe. Die Muskeln contrahirten sich sehr lange Zeit, und blieben sehr lange und in sehr hohem Grade für die Galvanischen Versuche empfänglich, von denen man die wichtigsten, den thierischen Bogen betreffend, an diesen Thieren mit Erfolg wiederholte.

92. Unter eine mit oxygenirt - salzsaurem Gas gefüllte Glocke über Quecksilber brachte man ein kleines ziemlich voluminöses und die Glocke fast ausfüllendes Meerschweinchen, welches nach $2\frac{1}{2}$ Minute starb, und nach 5 Minuten herausgenommen und geöffnet wurde. Seine Muskeln zeigten eine sehr merkwürdige Sonderbarkeit: sie contrahirten sich auf die Reitzung mit dem Scalpell fast gar nicht, und demohnerachtet waren sie für die Galvanischen Wirkungen sehr empfänglich. Die Herzkammern bewegten sich gar nicht, und die Herzohren sehr lebhaft; das Blut war in

den Gefäßen geronnen, und die von Blut durchdrungenen Organe, vorzüglich die Lungen, zeigten eine lebhaft Purpurrothe.

93. Ein anderes Meerfchweinchen starb im schwefligsaurem Gas über Quecksilber nach $1\frac{1}{2}$ Minute. Dieses Gas machte so wie das Ammoniakgas sehr starken Eindruck auf die Augen des Thieres, und versetzte es in lebhafte Bewegungen. Die Oeffnung geschah nach 5 Minuten, und man fand die Muskeln der Extremitäten sehr reizbar für das Scalpell und sehr empfänglich für den Galvanischen Einfluss.

Das Herz, welches sehr hart, contrahirt und eingezogen war, lebhaft roth, und an der Spitze des rechten Ventricels schwarz sah, und ganz von Blut entleert war, bewegte sich nicht, selbst nachdem es der Luft war ausgesetzt worden.

94. Ein anderes kleines Meerfchweinchen wurde mit einem Strick erwürgt. Nach einigen Bewegungen, die denen ähnlich waren, welche diese Thiere beym Untertauchen in erstickende Flüssigkeiten zeigen, schien es nach einer Minute völlig erstickt; nach 5 Minuten öffnete man es.

Man fand die Muskeln sowohl sehr reizbar für das Scalpell, als sehr empfänglich für die Galvanischen Wirkungen.

Bey der Oeffnung der einen Seite der Brust contrahirte sich sogleich der vordere Fuß der geöffneten Seite und zog sich an die Brust zurück.

Das grose, voluminöse und geschmeidige Herz war bey der Oeffnung der Brust in Ruhe. Als es aber von der Luft getroffen wurde, so contrahirte es sich endlich

lebhaft und schnell, anfangs nur das rechte Ohr, dann das ganze Herz.

95. Ein kleines, unter den Recipient der Luftpumpe gebrachtes Meerſchweinchen wurde den Wirkungen ausgesetzt, welche die Wegnahme der Luft bey Thieren hervorbringt: das Barometer blieb, nachdem es lange Zeit oscillirt und seinen Stand geändert hatte, nach 5 Minuten auf 8 Linien stehen. Kurze Zeit nachher wurde das Thier geöffnet.

Man fand die Muskeln für das Scalpell sehr reizbar, und sehr empfänglich für die Galvanische Wirkung, das Herz sehr contractil, und das Blut sehr leichtflüssig.

96. Endlich versuchte man, ein kleines Meerſchweinchen durch wiederholte Entladungen einer electrischen Batterie zu tödten. Da die Zwischenzeit, welche nöthig war, die Batterie von neuem zu laden, dem Thiere Zeit gab, wieder zu sich zu kommen, und ihrer Wirkung zu widerstehen, so unterwarf man es nach 5 Entladungen derselben den schneller auf einander folgenden Entladungen einer starken Leidner Flasche: bey der siebenten hörte es auf zu athmen, bey der neunten hörten alle Contractionen auf, und die folgenden Funken erregten keine Bewegung mehr in dem Thiere.

Bey der Oeffnung fanden sich die Muskeln sowohl sehr reizbar für das Scalpell, als sehr empfänglich für die Galvanischen Wirkungen, und diese Eigenschaft erhielt sich weit längere Zeit, als in allen übrigen damit verglichenen Versuchen. Man sollte glauben, daß in diesem Versuche die Galvanische Susceptibilität einigen Zuwachs erhalten hätte.

Betrachtungen über die Wirkung der Asphyxien auf die Galvanische Beschaffenheit der Thiere.

Dieses sind die Resultate, welche wir aus dem Protocoll über die in der medicinischen Schule über die comparativen Wirkungen der Asphyxien angestellten Versuche, ausziehen zu müssen geglaubt haben. Man sieht daraus:

1. Dafs, wenn alle Asphyxien sich durch die Beraubung einer respirablen Atmosphäre und die Unterbrechung der Functionen der Lungen und des Blutumlaufs gleichen; sie in ihren übrigen Wirkungen, nach der Beschaffenheit der Substanzen, welche sie verursachen, sehr verschieden sind:

2. Dafs unter diesen Ursachen einige eindringender zu wirken, und alle Theile der nervösen und muskulösen Systeme zugleich zu durchdringen scheinen; dafs andere hingegen blofs eine oberflächliche Wirkung und nichts als eine Lungenasphyxie und ihre unmittelbaren Folgen zu bewirken scheinen:

3. Dafs eine der merkwürdigsten Veränderungen unter denen, welche sich nicht auf die Respirationsorgane beschränken, in den Modificationen besteht, welche die Galvanische Susceptibilität erleidet, und dafs in dieser Hinsicht die verschiedenen Ursachen der Asphyxien noch beträchtlich unter einander differiren:

4. Dafs der Zustand der Muskelirritabilität, vermittelt der Körper geprüft, deren mechanische Wirkung die Contractionen der Muskeln, indem sie dieselben reizt, erregt, bey weitem nicht immer mit dem Zustand ih-

rer Susceptibilität für den Galvanismus im Verhältniß steht:

5. Endlich, daß die Ursachen der Asphyxien nicht auf alle Theile des muskulösen Systems auf dieselbe Art wirken, und daß der Zustand des Herzens sehr oft äußerst von dem der übrigen Muskeln verschieden ist.

Diese Materie, welche an neuen und wichtigen Ansichten vielleicht fruchtbarer, als irgend eine andere ist, würde vieler Entwicklungen fähig seyn, wir enthalten uns aber aller weiterer Betrachtungen über dieselbe. Ehe man allgemeine Principien festsetzt, muß man dieselben Versuche mehreremal mit einem beynahe gleichen Erfolg wiederholt haben; auch glauben wir, die Folgerungen nicht anticipiren zu dürfen, welche die medicinische Schule aus ihren Versuchen ziehen wird: die den Galvanismus betreffenden Beobachtungen machen nur einen Theil derselben aus, und ihre Nützlichkeit muß in der Mitte eines größeren Ganzen noch mehr hervorleuchten.

F ü n f t e r A b s c h n i t t .

Erste Versuche einer Vergleichung der Galvanischen Erscheinungen mit den electricen.

Ohngeachtet der Verschiedenheit, welche die mehr oder minder unmittelbare Wirkung der natürlichen oder künstlichen Electricität auf die nervösen und muskulösen Organe, von den Versuchen, welche den Galvanismus

wesentlich bilden, auszeichnet, weiß man, daß es die Beobachtung der Bewegungen, welche Frösche in einer gewissen Entfernung von einer Electrirmaschine, aus der man Funken zog, erlitten, war, durch welche der D. Galvani gleichsam unwillkührlich auf die Entdeckung geleitet wurde, welche die Physiker seit ohngefähr 10 Jahren beschäftigt.

Wir haben daher geglaubt, die GröÙe des electrischen Einflusses auf die Thiere, welche wir den Galvanischen Versuchen unterwarfen, untersuchen zu müssen, ehe wir die Wirkungen des einen dieser Einflüsse auf die Phänomene des andern, und auf die Susceptibilität der Thiere für die Instrumente, welche ihn leiten, erforschten.

Susceptibilität der Thiere für die electrischen Einflüsse.

97. Wir nahmen einen Frosch, welchen wir in verschiedene Lagen und Entfernungen von einer sehr großen in Thätigkeit gesetzten Electrirmaschine, aus der man, vermittelt verschiedener Excitatoren, starke Funken zog, brachte;

Das Thier war ganz, und nicht isolirt (§. I, Verf. 1):

Es blieb in Ruhe, in welche Lage man es auch brachte.

98. Das Thier wurde darauf abgezogen, die Lumbalnerven frey gelegt, und der Rückgrat von dem Becken unterhalb dem Ursprung dieser Nerven getrennt.

In diesem Zustande legte man es auf ein Blatt Bley, welches über die Ränder einer Glas-tafel hervorragte, die ihm zur Unterlage diente;

Ein Gehülfe hielt die Tafel, indem er den Finger auf das Blatt Bley drückte;

Eine Communicationskette hing auf die Erde herab (§. I, Verf. 2):

Bey jedem Funken, der aus dem Conductor gezogen wurde, erlitt das Thier convulsivische Erschütterungen, selbst in einer Entfernung von 8 bis 10 Meter von der Maschine.

99. Man nahm die communicirende Kette weg (§. I, Verf. 3):

Die Erschütterungen blieben ausßen.

100. Man stellte die Communication mit dem Boden durch die Kette wieder her, und einer von den Gehülfen hielt die Hand sehr nahe an den Frosch, von der Seite, wo die Funken austraten (§. I, Verf. 4):

Das Thier blieb völlig in Ruhe.

101. Man richtete eine metallene Spitze gegen das Thier, indem man die Hand entfernte, um keine Unterbrechung mehr in die Richtung des Thieres nach der Maschine zu bringen (§. I, Verf. 5):

Das Thier erlitt von neuem Contraktionen, wie vorhin, in dem Augenblick, wo die electrischen Funken austraten.

Diese Versuche zeigten uns, bis zu welchem Punkte die Thiere, nachdem sie von der natürlichen Hülle ihrer Epidermis entblößt sind, für die electrischen Verän-

derungen empfindlich werden, welche in der sie umgebenden Atmosphäre vorgehen.

Und demohngeachtet haben uns die vorhin erzählten Versuche gelehrt, daß die electriche Atmosphäre in den Resultaten der Galvanischen Versuche keine merkliche Aenderung hervorbringe. (S. Abfchn. III, Nr. 63.)

Sie haben uns indeß ebenfalls gelehrt, daß der electriche Funke die Wiederherstellung der, in einem durch eine Reihe Versuche erschöpften Thiere verloschenen Galvanischen Susceptibilität sehr kräftig bewirken könne. (S. Abfchn. IV, Nr. 70.)

Vergleichung der Susceptibilität für die Electricität, mit der Susceptibilität für den Galvanismus.

Noch stellten wir folgenden Versuch an,

102. Die Scheibe (*plateau*) eines Electrophors wurde so weit entladen, daß sie das Quadrantenelectrometer noch sehr merklich in Bewegung setzte;

Die Galvanischen Instrumente wirkten auf den Frosch noch sehr merklich und stark.

Der Frosch wurde der Scheibe des Electrophors bis zur Berührung genähert (§. XVII, Vers. 11):

Er gab kein Merkmal von sich, aus dem man hätte schliessen können, daß ihn die in dem Teller vorhandene Electricität afficirt hätte.

Dieser Versuch zeigt wenigstens so viel, daß es sehr merkliche, und durch die gewöhnlichen, obgleich

sehr unvollkommenen Electrometer noch sehr gut zu schätzende Mengen von Electricität giebt, die auf einen Frosch keine Wirkung mehr äussern, auf den der Galvanismus nichts destoweniger seinen vollen Einfluss fortbehält.

Betrachtung.

Dieses Factum; der Versuch mit der electrischen Atmosphäre (Absohn. III, Nr. 69); die unter Wasser, nach Abzug der unvermeidlichen Wirkung des Widerstandes des Mediums, mit demselben Erfolg, wie in der Luft, angestellten Versuche; die Resultate der mit homogenen Unterlagen und mit dem aus einem einzigen Stück oder aus homogenen Metallen zusammengesetzten excitirenden Bogen, bieten natürlicherweise Folgerungen dar, die uns die Theorie des Hrn. Volta über den Einfluss der respectiven Electricitäten der Metalle auf die Phänomene des Galvanismus, wenn nicht gänzlich umzustürzen, doch wenigstens zum Theil zu widerlegen scheinen,

Man wird in dem folgenden Abschnitt einige Versuche über die isolirende Eigenschaft gewisser, die Electricität in vorzüglichem Grade leitender Substanzen finden, welche die Zweifel zu verstärken scheinen, welche man über die Identität des Principis der Electricität und des Galvanismus erheben kann.

Wir würden indess in unserm Urtheil zu rasch verfahren, wenn wir diese Gründe als etwas mehr, als bloße Bewegungsgründe zu Zweifeln aufstellen wollten; mehr vervielfältigte und dem Verfahren des Urhebers jener Theorie, mit dem wir jetzt genauer bekannt sind, gemäß wiederholte Versuche werden uns vielleicht Ver-

anlassung geben, andere Folgerungen zu ziehen, und so im Gegentheil die Bemerkungen eines Gelehrten zu bestätigen, dessen große Einsichten wir kennen, und der durch seine den Wissenschaften und der Menschheit geleisteten Dienste einen so gerechten Ruhm erlangt hat.

S e c h s t e r A b s c h n i t t .

Versuche, welche Herr von Humboldt unter den Augen der Commission angestellt hat, und die mit mehreren der in den vorigen Abschnitten erzählten Versuche in Beziehung stehen.

Wir stellen in diesem letzten Abschnitt die Versuche zusammen, welche Hr. von Humboldt mit uns anzustellen die Gefälligkeit gehabt hat. Er hat uns noch mehrere andere mitgetheilt, die in der jetzigen Jahreszeit ohne Erfolg sind; wir nehmen uns vor, sie zu der schicklichen Zeit zu wiederholen.

Wir werden die ersteren in der Ordnung mittheilen, die den in den vorigen Abschnitten abgehandelten Materien entspricht; die vorzüglichsten Resultate der andern werden wir als Gegenstand einer weiteren Untersuchung und Bestätigung anführen.

Wirkung des Galvanismus auf die Bewegungen des Herzens.

Die thierischen Theile, die wir zu unsern vorigen Versuchen anwandten, sind insonderheit solche, deren

Bewegungen willkührliche genannt werden. Mehrere Physiker hatten behauptet, daß die Galvanischen Versuche auf das Herz und die übrigen Muskeln, deren Bewegungen vom Willen unabhängig sind, keinen Einfluß hätten.

Der folgende Versuch beweist das Gegentheil.

103. Man trennte das Herz eines Frosches von den dasselbe umgebenden Theilen, und brachte es auf eine Glastafel.

Man ließ eine hinreichende Zeit vorbegehen, damit die beständig in merklich gleichen Zwischenräumen wiederkehrenden Bewegungen desselben unterdessen sehr vermindert würden.

Die Basis des Herzens stand mit einer Platte Zink in Berührung, und in dem Augenblick, wo eben eine Contraction vorbeý war,

Brachte man einen Communicator von Silber von dieser Zinkplatte aus mit einem der Ränder des Ventricels in Berührung:

Im Augenblick dieser Berührung entstand eine Contraction, und die Bewegung des Herzens schien merklich beschleunigt.

Hr. von Humboldt versichert, daß sich die nemliche Susceptibilität in dem Magen einer Schnecke und in verschiedenen andern Organen zeige, deren Bewegung nicht durch den Einfluß des Willens regiert wird.

Wirkung der Unterbindung der Nerven.

Wir haben oben (Absch. I, Nr. 8, u. Protocoll, §. XII, Vers. 2.) angeführt, daß die Unterbindung des

Nerven eines Frosches die Wirkungen des Galvanismus nicht unterbrach: dieses Factum ist constant, so lange sich zwischen dem Unterband und dem Muskelfleisch eine Portion des entblößten Nerven befindet.

Wenn aber der Unterband und der Theil des Nerven unterhalb des Unterbandes zwischen Fleisch eingeschlossen, und damit umgeben wird, so hört die Wirkung völlig auf.

Folgender Versuch beweist dies.

104. Nachdem man den Versuch so, wie er in dem ersten Abschnitt des Berichts erzählt ist, und mit dem nemlichen Erfolg, angestellt hatte,

Umgab man den Unterband mit Fleisch, und trug Sorge, daß der untere Theil des Nerven und der Unterband genau davon eingeschlossen wurde, so daß kein Zwischenraum vorhanden war, durch den die äußere Luft eindringen konnte,

Der oberhalb des Unterbandes befindliche Theil des Nerven wurde auf eine Platte Zink gelegt, und der Communicator von Silber von dem Zink aus nach dem Muskelfleisch gebracht:

Es hatte keine Contraction statt.

Der Unterband wurde von neuem entblößt, und übrigens wie vorhin verfahren:

Die Contraction zeigte sich von neuem.

Der Unterband wurde wieder in Muskelfleisch eingehüllt, der zwischen demselben und dem Schenkel begriffene Antheil des Nerven aber bloß gelassen:

Im Augenblick der Schließung der Kette wurde der Schenkel gleichfalls contrahirt.

Wirkung verdampfender Substanzen, wenn sie zwischen die verschiedenen Theile des excitirenden Bogens, und der hergestellten oder zerstörten Symmetrie unter den Theilen, welche die Extremitäten dieses Bogens bilden, gebracht werden.

Wir haben bemerkt, daß unter, dem Erfolg der Galvanischen Versuche etwas misgünstigen Umständen, ein excitirender Bogen, dessen Extremitäten oder Unterlagen aus homogenen Metallen bestanden, keine Wirkung hervorbrachte. (Abschn. II, Nr. 29.)

An dem zu unsern mit dem Hrn. von Humboldt anzustellenden Versuchen gewählten Tage befassen die Frösche gleichfalls nur wenig Erregbarkeit gegen diejenigen Galvanischen Versuche, deren Gelingen mit einiger Schwierigkeit verknüpft ist.

105. Der Nerv wurde also auf ein Stück Silber gebracht, und dieses Silber mit einer Zinkplatte bedeckt;

Ein Communicator von Silber berührte mit dem einen Ende den Zink, mit dem andern den Muskel;

Die Kette des excitirenden Bogens endigte sich also auf beyden Seiten mit dem nemlichen Metall:

Es erfolgte, soviel wir beobachteten, keine Galvanische Wirkung.

106. Jetzt, ohne die beyden Extremitäten dieser Kette zu verändern, hauchte Hr. von Humboldt auf den Zink, der sich sogleich mit dem verdichteten Dunst seines Athems überzog.

Er brachte darauf das eine Ende des silbernen Com-

municators auf den befeuchteten Zink, und das andere Ende auf den Muskel:

Die Contraction hatte im Augenblick der Berührung Statt.

Ein Stück feuchtes Fleisch wurde auf die Zinkplatte gebracht, und dieses Fleisch mit dem Muskel durch den silbernen Communicator verbunden:

Die Wirkung war die nemliche.

Dasselbe Stück Fleisch wurde nicht mehr zwischen das Zinkstück und den Communicator, sondern zwischen die Unterlage des Nerven und den Zink gebracht,

Und der Zink mit dem Muskel durch den Communicator verbunden:

Die Muskeln wurden ebenfalls contrahirt.

Als man aber ein feuchtes Stück Fleisch zwischen die Silberunterlage des Nerven, und ein zweytes zwischen die Zinkplatte und den Communicator gebracht:

So hörten die Wirkungen sogleich auf.

Berührte man indess jetzt mit dem silbernen Communicator, statt des Stückes Fleisch, neben demselben den Zink, auf dem es lag:

So hatte die Wirkung von neuem Statt.

Auf diese Art rief man, ohngeachtet der Identität der Unterlagen, und ohne auf irgend eine Art die Extremitäten des excitirenden Bogens zu verändern, die Wirksamkeit desselben nach Willkühr hervor oder hob sie auf. Es bedurfte hierzu nichts weiter, als dafs man blofs die Verhältnisse der Zwischenglieder zu einander änderte, d. i. ihre Symmetrie, und dadurch vielleicht, (wenn man es uns erlaubt, einen theoretischen Ausdruck zu wagen) das wechselseitige Gleichge-

wicht dieser Extremitäten unterbrach, oder wieder herstellte.

Man brachte in der That die Galvanischen Wirkungen von neuem hervor, indem man bloß auf einer Seite Muskelfleisch anbrachte, es mochte auf der Seite des Nerven, zwischen der Silberunterlage des Nerven und der Zinkplatte, oder auf der des Muskels zwischen der Zinkplatte und dem silbernen Communicator geschehen.

Man vernichtete sie im Gegentheil, wenn man die nemlichen Fleischstücken symmetrisch zwischen beyde Silberextremitäten des excitirenden Bogens und die zwischen denselben befindliche Zinkplatte anbrachte.

Derselbe Wechsel zeigte sich ferner, in welcher Ordnung auch die zwischen den beyden, jederzeit aus homogenen Metallen gebildeten Extremitäten befindlichen verschiedenen Metallstücke auf einander folgten.

Hr. von Humboldt hat uns versichert, daß, welches auch die Natur der auf diese Art in den Bogen gebrachten Materien sey, vorausgesetzt nur, daß sie feucht und verdampfungsfähig seyen, sie alle die nemliche Wirkung hervorbrächten; Wasser, Aether, Alkohol, u. s. w. thun dasselbe, was Hauch und feuchtes Fleisch bewirken.

Eben so hat er uns gesagt, daß man die zu erhaltende Wirkung vermehrt, wenn man die Verdampfung dieser Materien beschleunigt, und daß also ein mit identischen Unterlagen endigender und dem zu Folge unwirksamer excitirender Bogen seine Wirksamkeit mit einer beträchtlichen Lebhaftigkeit wieder erhalte, wenn man, anstatt bloß die eine Platte, oder die eine Seite der Zwischenplatte, zu befeuchten, sie vorher erhitzt und dann befeuchte.

Galvanische Atmosphären.

Wir haben bemerkt, daß die Unterbrechung der verschiedenen Theile des excitirenden und des thierischen Bogens die Fortpflanzung der Galvanischen Wirkungen aufhielt. (S. Abschn. I, Nr. 10, und Abschn. II, Nr. 47; und das Protocoll, §. IV, Verf. 5; §. III, Verf. 3; §. XIV, Verf. 2.) Dies ist constant. Man beobachtet indessen, wie uns Hr. von Humboldt versichert, unter den, den Galvanischen Versuchen günstigen Umständen, daß diese Unterbrechung nicht von der Art ist, daß sich die Wirkungen nicht bey einer mehr oder minder großen Entfernung der Theile des Thieres wiederherstellen sollten, ohne daß sie indess bis zur Berührung gehe; und die wirksamen Distanzen können, wie er sagt, um so größer seyn, je günstiger die Umstände sind; im Gegentheil nehmen sie an Größe in dem Maasse ab, als das Thier erschöpft wird, und ermüdet. Dieses Phänomen, welches man zuweilen in der Luft bemerken kann, hat noch weit auffallender unter Wasser statt, wie folgender Versuch beweist.

107. Ein Froschschenkel wurde auf den Boden eines Gefäßes voll Wasser gebracht; der Nerv desselben wurde auf einer Zinkplatte befestigt. Der Communicator war von Silber, und bestand aus zwey Armen, die durch ein Charnier mit einander verbunden waren. Der eine Arm berührte den Zink, der andere war außer dem Wasser, dieser zweyte Arm wurde der Oberfläche des Wassers genähert:

Im Augenblick der Berührung des Wassers gerieth der Schenkel in Convulsionen.

Einen Augenblick nachher hörte der nemliche Arm auf, bey der Berührung der Oberfläche der Flüssigkeit dieselbe Bewegung zu erwecken. Er wurde einige Centimeter tief eingetaucht:

Nun gerieth der Schenkel von neuem in Contraction.

Bey jeder folgenden Wiederholung war man genöthigt, diese Annäherung an den Schenkel zu vergrößern, bis man endlich die Contractionen nicht anders mehr, als durch unmittelbare Berührung der Extremität des Communicators mit den Muskeln des Schenkels erhalten konnte.

Noch hat uns Hr. von Humboldt gesagt, daß die Dazwischenbringung einer Glasplatte zwischen den Communicator und den Schenkel die Wirkung aufhalten könne, die von neuem wieder zum Vorschein kommt, wenn man dieses Hinderniß wegnimmt. Wir haben dieses Phänomen nicht selbst gesehen.

Es ist klar, daß hier das Wasser nicht als Communicator, sondern als Medium wirkt, durch welches sich die Galvanischen Ein- und Ausflüsse fortpflanzen. Hr. von Humboldt nennt diesen Versuch den Atmosphärenversuch.

Substanzen, welche die Electricität in hohem Grade leiten, und dennoch die Galvanischen Wirkungen isoliren.

Wir machten oben (Abschn. II, §. III, Nr 47; und Protocoll, §. III, Verf. 5; §. XIX, Verf. 4, 11 u. 18) die Bemerkung, daß man bey Vergleichung

Ritter Beytr. 1. Bd. 1. u. 2. St.

der Substanzen, welche die Galvanischen Wirkungen leiten oder isoliren, fast durchaus auf die Zusammenstimmung treffe, die zwischen dieser Eigenschaft und der Eigenschaft jeder derselben, die Electricität zu leiten oder zu isoliren, Statt finde. Diese für eine große Anzahl richtige Analogie wird aber bey andern merklich falsch; und selbst unter denen, die die vortreflichsten Leiter der Electricität sind, findet man welche, die die Galvanischen Wirkungen durchaus unterbrechen.

108. Eine Zinkplatte, deren eines Ende mit dem Nerven eines Froschchenkels in Berührung stand, wurde mit dem andern in die Flamme einer Kerze getaucht; ein Communicator von Silber tauchte mit seinem einen Ende in die nemliche Flamme, ohne aber mit dem Zink in Berührung zu kommen, sein anderes Ende wurde auf den Muskel des Frosches gebracht:

Es war keine Contraction zu bemerken.

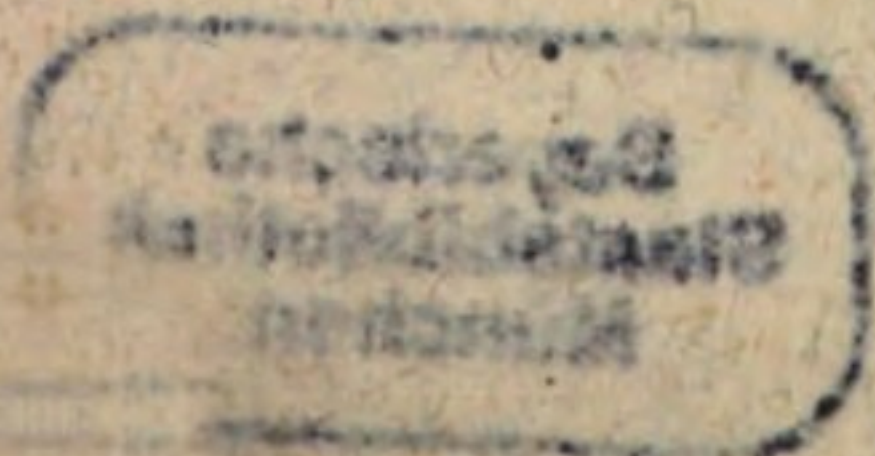
Brachte man das Ende des Communicators mit der Zinkplatte in Berührung,

So hatte in dem nemlichen Augenblick die Contraction Statt.

Die Flamme ist als einer der besten Electricitätsleiter bekannt.

109. Ein sehr trockener thierischer Knochen, der mit den Spitzen des Saussure'schen Electrometers in Berührung gebracht, Zeichen einer sehr starken Electricitätsleitungsfähigkeit gab,

Wurde zwischen die Zinkplatte, auf welcher der Nerve des Thieres lag, und den silbernen Communicator, welchen man mit dem Muskel in Berührung setzte, gebracht :



Die Galvanischen Wirkungen fehlten in dem auf diese Art construirten Bogen gänzlich.

Als der Communicator auf den Zink, ohne daß der Knochen dazwischen trat, gebracht wurde, zeigten sich die Galvanischen Wirkungen sogleich.

Hr. von Humboldt hat uns versichert, daß die Torricellische Leere, der Wasserdampf und bis zum Rothglühen erhitztes Glas, sämmtlich Substanzen, die gleich der Flamme zu der Zahl der vortreflichsten Electricitätsleiter gerechnet werden, die Galvanischen Wirkungen auf dieselbe Art unterbrechen.

Vergleichung des Einflusses der Electricität auf das Electrometer und auf nervöse und muskulöse Organe.

Noch hat Hr. von Humboldt in unserer Gegenwart einen Versuch angestellt, den wir nicht mit Stillschweigen übergehen wollen, obgleich die Folgerungen, die man aus seinem Resultat ziehen kann, uns von keiner besondern Evidenz zu seyn scheinen, da er mehr oder weniger die Vergleichung der Wirkungen des Galvanismus mit denen der Electricität betrifft.

110. Man hat ein Sauffure'sches Electrometer zur Hand; desgleichen einen auf die gewöhnliche Art, wie zu Galvanischen Versuchen, präparirten und auf einer Glastafel isolirten Froschschenkel.

Man nimmt eine Glasröhre und electrifizirt sie durch Reiben in der Hand oder mit jeder andern Materie.

Man nähert sie der Spitze des Electrometers; die Kügelchen desselben entfernen sich stark von einander, und kündigen eine große Empfindlichkeit desselben an.

Man bringt sie darauf an den präparirten Schenkel; er ist vollkommen unempfindlich.

Man nimmt darauf die nemliche Röhre, an deren eines Ende man ein Stück Metall befestiget; man reibt sie, aber weit geringer, als das erste Mal.

Man nähert sie dem Electrometer. Die Kügelchen desselben entfernen sich nur sehr wenig von einander.

Man bringt sie darauf an den präparirten Schenkel; er geräth in Contraction.

Man bemerkt also in diesen beyden Fällen eine deutliche Ungleichheit zwischen den Wirkungen der electrifirten Röhre auf das Electrometer, verglichen mit denen auf den Schenkel; da aber diese Ungleichheit der Wirkungen in dem zweyten Falle merklich durch die Differenz bestimmt wird, welche aus dem electrischen Zustand der Röhre, und der durch das Metallstück erhaltenen electrischen Ladung resultirt, so ist begreiflich, daß diese Entladung, die jetzt gegen den Nerven und Muskel geschehen muß, in ihnen eine Susceptibilität erwecke, die sich in dem ersten Versuche nicht auf dieselbe Weise entwickelte.

Fernere vom Hrn. von Humboldt angegebene Versuche, deren Resultate es verdienen, durch besondere Versuche festgesetzt zu werden.

Außer diesen Versuchen, welche Hr. von Humboldt in unserer Gegenwart anstellte, hat er uns noch

viele andere angegeben, von denen die meisten in der jetzigen Jahreszeit nicht mit Erfolg angestellt werden konnten:

1. Weil sie eine grofse Susceptibilität in den zum Versuch angewandten Thieren voraussetzen;

2. Weil die Zeit, wo diese Susceptibilität am grössten ist, in das Ende des Winters und den Anfang des Frühlings fällt, zu welcher Zeit das Thier aus seinem Winterschlaf erwacht, und der Begattung nahe ist. Ist diese Zeit verstrichen, und die Begattung geendigt, so ist die Susceptibilität vermindert. Hr. von Humboldt versichert, dafs zur Zeit der Begattung die Susceptibilität, unter übrigens gleichen Umständen, beym Männchen in den vordern Extremitäten, mit denen er das Weibchen umfaßt und festhält, stärker ist, als in den hintern Extremitäten, und dafs sie bey den Weibchen zu jeder Zeit im Allgemeinen, vorzüglich in den hintern Extremitäten, gröfser ist, als bey den Männchen.

Die Versuche selbst glücken nur zur Zeit der höchsten Erregbarkeit. Folgendes sind im Allgemeinen die Thatfachen, die er uns mitgetheilt hat, und deren Prüfung wir zur gehörigen Zeit vornehmen werden.

1. Kann man die Mittel, durch welche man die Galvanische Communication herstellt, auf eine weit gröfsere Simplicität zurückführen, und dadurch die oftgenannten Wirkungen nicht nur mit blofs einem Metall erhalten, sondern auch mit den thierischen Theilen allein, ja selbst mit dem blofsen Nerven, indem man ihn

zurückbiegt, und das Ende desselben mit der Oberfläche des Muskels in Berührung bringt, in welchen er sich theilt, oder, indem man umgekehrt die muskulösen Organe durch Umbeugung derselben mit den Stämmen der Nerven in Berührung setzt, von denen sie ihre Äste erhalten.

2. Ist man unter sehr günstigen Umständen sogar dahin gelangt, die Galvanischen Contractionen, ohne Bildung eines Communicationskreisses, durch bloße Berührung von Metallen unter einander hervorzurufen, von deren Reihe das letzte Glied mit dem Nerven des dem Versuch unterworfenen thierischen Organs in Verbindung steht.

3. Ist die Dauer der Susceptibilität nach der Jahreszeit verschieden: im Frühling ist sie weit dauerhafter; sie erhält sich zu dieser Zeit mehrere Tage hindurch, und selbst noch, wenn das Fleisch zu vertrocknen, und sogar einen Geruch zu verbreiten anfängt.

4. Hat Hr. von Humboldt, gleich uns (Abschn. II, §. VI, Nr. 54, 55, 56; u. Protocoll, §. III, Verf. 2 u. 4; §. XI, Verf. 2 u. 3), beobachtet, daß die Ausdehnung der Oberflächen der Theile des excitirenden Bogens einen Einfluß auf die Intensität der Wirkungen habe; aber er hat ferner bemerkt, daß dieses Verhältniß, was sich sehr deutlich zeigt, bey den Theilen desselben, die mit dem Muskel in Berührung stehen, nicht dasselbe sey bey denen, die den Nerven berühren.

5. Hat er bestätigt gefunden, was wir in einem unserer Versuche angeführt haben (Abschn. III, Nr. 61;

u. Protocoll, §. XVIII, Vers. 3 u. 4), nemlich, daß es bey matten Fröschen nicht gleichgültig ist, ob man den Kreis durch den Communicator von dem Nerven, oder von dem Muskel ausschließt, und daß die letztere Methode noch wirksam sey, wenn die erste bereits aufgehört hat, es zu seyn.

6. Hat er uns eine große Menge merkwürdiger Verhältnisse, die leitende Eigenschaft einiger Substanzen für den Galvanismus betreffend, erzählt. Die genaue Beschreibung derselben würde für jetzt zu weitläufig seyn; wir werden sie daher erst dann geben, wenn wir sie durch Versuche bestätigt haben werden. Wir wollen hier bloß bemerken, daß er das Blut für einen der wirksamsten Leiter des Galvanismus ansieht.

7. Können die Versuche an Menschen selbst, in welchen man in verschiedenen Organen ansehnliche Empfindungen erregt, vermittelt jeder Galvanischen Communication angestellt werden, die man zwischen den von einander entferntesten Theilen, welche mit einer sehr zarten Epidermis bekleidet sind, z. B. zwischen der untern Endung des Darmkanals und den Organen des Mundes, herstellt; so daß man, nach Beschaffenheit der Extremitäten des Bogens, zu gleicher Zeit die Empfindung eines Lichtscheins, eines pikanten Geschmacks, eine leichte Bewegung in den Eingeweiden, und bey empfindlichen Personen sogar wiederholte Ausleerungen, erregt.

8. An Theilen, die durch Blasenpflaster von ihrer Epidermis entblößt sind, bewirkt man durch Galvani-

sche Verbindung des einen Theils mit dem andern Zuckungen in den Muskeln, schmerzhaft Empfindungen, den häufigern Ausfluß einer serösen Feuchtigkeit, die sich roth färbt und einen Grad von Kausticität annimmt, vermöge dessen sie im Stande ist, auf den gesunden Theilen das Rothlauf hervorzubringen, und auf ihnen rothe Streifen von kürzerer oder längerer Dauer zurückzulassen.

9. Ein Galvanischer Communicator, dessen beyde Extremitäten mit präparirten Fröschen, selbst in großer Anzahl, in Berührung ständen, würde bey einem Menschen, dessen empfindlichste und mit der zartesten Epidermis bedeckte Theile in der Kette dieses Communicators begriffen wären, keine Empfindung hervorbringen. Wenn aber die Enden der Kette mit den von der Epidermis entblößten Theilen einer andern Person communiciren, so haben alle übrigen Personen, welche sich mit einigen sehr empfindlichen Theilen in dem Communicationskreise befinden, in demselben Augenblick, wo jener Galvanische Zuckungen erleidet, Empfindungen, die nach der Natur der in dem excitirenden Bogen begriffenen Organe verschieden sind.

10. Diese Empfindungen werden sehr schwach, oder fehlen ganz, wenn diese Personen mit Catharr oder Rheumatism behaftet sind.

11. Hr. von Humboldt behauptet noch, der angenommenen Meinung zuwider, daß die durch den *Gymnotus electricus* erregten Commotionen nicht electriccher, sondern Galvanischer Natur seyen, welches sich durch die Substanzen, die den einen, wie

den andern dieser Einflüsse zu gleicher Zeit isoliren, bestätigen läßt, und weil, nach Hrn. von Humboldt, die durch dieses Thier ertheilten Stöße besonders bey solchen, welche mit Catharr oder Schnupfen (*rhuma*) behaftet sind, an Stärke verlieren und fast unmerklich werden.

12. Hat sich Hr. von Humboldt, wie er sagt, zweyer Nadeln von verschiedenen Metallen, auf die gehörige Weise angewandt, mit Vorthail dazu bedient, um bey Zergliederungen kleiner Thiere die Nervenfäden mit dem Microscop zu entdecken, und sie von andern Theilen, die ihnen an Gestalt gleichen, zu unterscheiden. Die im Augenblick der Communication erzeugte Wirkung zeigte ihm die Natur der Theile, über welche er in Ungewißheit war, und setzte ihn in den Stand, bey sehr mühsamen und schwierigen Zergliederungen das Nervenystem auf eine leichte Art darzustellen.

Allgemeine Betrachtungen und Folgerungen.

Die Versuche, welche wir bisher beschrieben haben, und die Betrachtungen, auf die uns dieselben leiten, und die wir nicht von neuem wiederholen wollen, können schon dem Institut einen hinreichenden Begriff von den Haupteigenschaften, welche den Galvanismus characterisiren, geben; außer einem Abrisse von dem, was wir bereits gethan haben, um seinem Vertrauen zu entsprechen, zeigen sie zugleich, was uns noch zu untersuchen übrig bleibt, um die Prüfung dessen vollständig zu machen, was fremde Physiker bereits in dieser Rücksicht beobachtet haben; sie öffnen seinen Augen die Aussicht

in ein unübersehbares Feld von Beobachtungen, in welchem ein neues System von Erscheinungen die ganze Schöpfung mit Leben, Empfindung und Bewegung begabter Wesen in ein neues Licht zu versetzen scheint. Es sieht daraus, daß uns die Galvanischen Erscheinungen in der thierischen Organisation ein Princip zeigen, dessen Natur vielleicht noch lange unbekannt bleiben wird, in dem aber offenbar das Wesen des wechselseitigen Verkehrs des Nervensystems mit dem Muskelsystem seinen Sitz hat.

Es bemerkt in der Art, auf welche sich die Wirkungen dieses Principis zwischen lebenden Wesen fortpflanzen, in ihrem Lauf und der augenblicklichen Schnelligkeit ihres Einflusses, in den künstlichen Communicationsmitteln, denen es gehorcht, in der Beziehung, in welcher diese Communication mit zwey Ordnungen von Körpern steht, wovon die eine sie fortpflanzt, die andere sie aufhält, den Schein einer sehr merklichen Analogie zwischen dem Galvanismus und der Electricität.

Diese Analogie scheint eine neue Stärke zu erhalten durch die mehr oder minder beträchtliche Entfernung, bis zu welcher sich der Galvanische Einfluß auf der Oberfläche der Körper zu verbreiten, und sie mit einer Art von Atmosphäre zu umgeben scheint, deren GröÙe mit der Intensität dieses Einflusses und der mehr oder weniger leitenden Mittel, durch welche seine Ausflüsse sich fortpflanzen, in geradem Verhältnisse steht.

Eine noch gröÙere Stärke wird sie durch die Bestätigung des Versuchs erhalten, durch welchen Hr. von

Humboldt, vermittelt der in mehreren unter einander in ein und demselben Galvanischen Kreise verbundenen Personen zugleich erregten Empfindungen und Bewegungen, die Fortpflanzung dieser Influenz durch die verschiedenen Theile des excitirenden Bogens beweist.

Wie groß aber auch diese Analogie seyn möge, so sieht man dennoch, daß sie noch weit davon entfernt ist, Merkmale einer vollkommenen Identität darzubieten, und diese Identität würde vielleicht mit der Fortdauer der Galvanischen Phänomene mitten in electrischen Atmosphären sowohl, als vorzüglich mit den respectiven Eigenschaften der Substanzen, welche zugleich Leiter für den einen, und Isolatoren für den andern dieser Einflüsse sind, im Widerspruch stehen.

Welcher Natur aber auch übrigens dieses Princip sey, so geben uns die Versuche, welche uns dasselbe darthun, noch einen neuen Beweis eines bereits bekannten Phänomens in der thierischen Oekonomie, welches man in Zukunft besser zu schätzen wissen wird, als es bisher geschehen konnte, nemlich, daß die Charactere des Lebens in den verschiedenen Theilen des Thieres noch lange nach dem Zeitpunkt fortfahren können, Statt zu haben, wo das Leben des Ganzen zerstört ist, und das Thier zu existiren aufhört, weil die Funktionen, welche die Harmonie des Ganzen und der Theile unter einander unterhalten, die Respiration nemlich und der Kreislauf, aufhören, in Erfüllung zu gehen.

Noch mehr: indem wir die Wirkungen der Ursachen kennen lernen, welche diese Funktionen unterbre-

chen, und das Leben des Thieres, indem sie es in den Zustand der Asphyxie versetzen, aufhalten oder vernichten, so lassen uns die Galvanischen Phänomene zwischen ihren nachtheiligen Einwirkungen Distinctionen entdecken, welche von der Verschiedenheit der Verletzungen abhängen, die diese Ursachen auf die vitalen Kräfte äußern, und deren Grade nicht bloß mit ihrer Intensität, sondern noch mit der Natur ihrer Action in Verhältniß stehen; und kann uns diese Kenntniß nicht einst auf die Vervollkommnung der Diagnostick und der Behandlung der Asphyxien leiten?

Ohngeachtet der Erwartungen, welche diese Ansichten und Annäherungen nothwendig erwecken müssen, halten uns andere Beobachtungen zurück, und begrenzen die Folgerungen, welche große Analogien zu bekräftigen scheinen. Wirklich wird das Institut in der Reihe der Thatfachen, die wir ihm vorgelegt haben, und vorzüglich in der Fortdauer der Galvanischen Phänomene, obgleich der Nerv unterbunden oder durchschnitten war, in der Communication der nemlichen Wirkungen zwischen Nerven und Muskeln von verschiedenen Theilen und Thieren, einen Gang der Erscheinungen finden, der nicht mit dem übereinzustimmen scheint, welcher, der natürlichen Ordnung nach, den Einfluß der nervösen Organe auf die muskulösen leitet, weil im lebenden Thier dieser Einfluß von der Integrität und Continuität der Nerven unzertrennlich ist. Uebrigens sieht es gleichfalls, wie weit uns die künstlichen Mittel, mit deren Hülfe wir die Galvanischen Phänomene hervorbringen, noch von denen zurücklassen, welche die Natur zur Bestimmung, Modification und Direction der Bewegungen der thierischen Oekonomie anwendet.

Wenn man indessen in den künstlichen Versuchen die Art betrachtet, wie dieser Einfluss zu gleicher Zeit sowohl die Entwicklung von Empfindungen als die Entstehung von Bewegungen bewirkt, so muß man in der von der Natur gebildeten Vereinigung des Nerven- mit dem Muskelsystem, und in ihrer Aehnlichkeit mit dem Blut- und lymphatischen System, nothwendig ein Ganzes von Apparaten erblicken, deren gegenseitige Funktionen sich uns noch unter bis jetzt noch unbekannten Ansichten darstellen, und einst eine ganz neue Physiologie entstehen lassen können, indem wir in den Stand gesetzt werden, dieses bewegende Princip, welches das wesentliche und distinctive Element der Physik organisirter und lebender Körper bildet, aufzufassen, es zu schätzen, ja es vielleicht sogar dem Calcul zu unterwerfen.

Was aber mitten unter dieser Menge von neuen Beobachtungen am schwersten und doch so nothwendig ist, ist nicht die Entwerfung einer durch Wahrscheinlichkeit blendenden Theorie, sondern vor allem, daß man seiner Einbildungskraft Zügel anlege, und sie in den Grenzen der Erfahrung und des Beweises zurückhalte; hat sich aber jemand diese kluge Zurückhaltung vorzüglich zur Regel zu machen, so sind es die, welche, wie wir, den Auftrag haben, von ihren Arbeiten einer Gesellschaft von Männern Bericht abzustatten, welche sich verbündet hat, die Wahrheit aufzufuchen, indem sie dieselbe von den Träumen einer überspannten Einbildungskraft, wie von dem Betrug des falschen Scheins befreyt. Wir wollen uns also hier in keine Untersuchung der bereits aufgestellten Systeme einlassen: wir wollen uns bloß damit begnügen, die durch unsere Versuche festge-

setzten Erfahrungen, und die Hauptfolgerungen aufgestellt zu haben, die aus ihrer Vergleichung unter einander hervorgehen, welche letztere, wenn sie mit der gehörigen Strenge abgeleitet worden, als eine zweyte Ordnung von Thatfachen zu betrachten sind, deren Gewissheit durch die ersteren gesichert wird.

Beweis

daß

die Galvanische Action

oder

der Galvanismus

auch

in der Anorgischen Natur möglich und
wirklich sey;

vom

Herausgeber.

Einleitung.

§. 1.

Die Aufgabe unserer Abhandlung, wie schon die Ueberschrift derselben andeutet, ist: darzutun, daß auch in der anorganischen Natur jene Thätigkeit wirksam sey, die der Sprachgebrauch mehr oder weniger bestimmt seit längst mit dem Namen: Galvanische Action, Galvanismus, belegt hat. In meinem voriges Jahr erschienenen „Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß im Thierreiche begleite. Weimar. 1798. 8.“ wurde die Gegenwart derselben in der Thierwelt nachgewiesen. Daß sie in gehörig geordneten Systemen, zusammengesetzt aus Körpern bestimmter Qualität, genommen theils aber aus der organischen Natur, theils aus der anorganischen, Statt habe, wurde uns mit der Entde-

ckung des ersten Galvanischen Versuchs bekannt, denn was ist eine Kette, bestehend aus Metallen u. s. w., und einem erregbaren thierischen Organ, anders, als ein Conflict beyder Welten? Aber noch blieb die Frage ungelöst: Ist die Production dieser Thätigkeit durchaus an organisch-thierische Körper und ihre Theile geknüpft, ist sie bloß unter ihnen, oder ihrer Gegenwart in Ketten, die auch noch durch andere zur anorganischen Natur gehörige Glieder gebildet worden, möglich; rührt sie im letzten Fall bloß von jenen her, oder haben alle Glieder der Kette gleichen Antheil an ihr, und ist es eben so möglich, daß sie in Ketten, gebildet einzig aus Gliedern aus der anorganischen Natur, Statt habe, als es der Fall ist bey Ketten einzig gebildet aus Gliedern thierischen Ursprungs? — Sehr wahrscheinlich möchte mit der bejahenden Antwort auf den letzten Theil dieser Frage auch zugleich der ihm vorhergehende Theil derselben eben so bejahend gelöst seyn, und in der That, man sieht beymerken, und darum sehr oft am wenigsten partheyischen Ueberblick des Phänomens, wie man es gewöhnlich zu construiren pflegt, d. i., des Gegebenseyns seines Wirklichkeitsgrundes mit e -

ner gewissen räumlichen Anordnung eines Gemenges, theils organisch - thierischer, theils anorgischer Körper, nicht ein, wie die eine Klasse dieser Körper zu einem Vorrecht über die andere komme. Wenn aber jede Wirkfamkeit nur insofern für die Sinne erkennbar wird, als sich ihr Product, früher oder später, durch Veränderung räumlicher Erscheinungen darstellt, wenn wir ferner Ex- und Intensität einer Kraft, einer Thätigkeit, nur durch die Ex- und Intensität ihres Products zu schätzen im Stande sind, wenn im Galvanismus diese Thätigkeit, beym Vorhandenseyn thierischer Organe in der Kette sich durch die Veränderungen offenbart, welche diese erleiden, und die sich gemeinhin als Contraction der Organe zeigen, dann verliert die Hypothese, daß nur thierische Theile die Quelle dieser Thätigkeit seyn können, noch mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn wir — und dies fast in jedem Versuch — wahrnehmen, wie dieses Product, und folglich auch sein Grund, ganz unvergleichbar höhere Grade gewinnen könne, wenn thierische Theile mit andern nicht thierischen, wie z. B. ein erregbarer Nerv mit zwey verschiedenen Metallen, mit Kohle und Laugen-

salzauflösung, Reifsbley und Säuren, u. s. w., in Conflict gesetzt werden, als wenn bloß thierische Theile auf sich gegenseitig einwirken, und daß es selbst diese nur in sofern noch thun, als es durch eine an sich als ausgemacht anorgisch angenommene Substanz, Wasser nemlich und wässerichte Feuchtigkeit, vermittelt wird. Mehrere von denen, die unsern Gegenstand bearbeitet haben, haben die Wichtigkeit dieses Arguments stark genug, es sey klar oder dunkel, gefühlt, und schwerlich leitete sie etwas anderes, als dieses Gefühl, wenn sie mit so vieler Zuversicht den Grund der Galvanischen Phänomene nicht in die erregbaren Organe, sondern in die anorgische Natur zu setzen bemüht waren. (Hierher gehören zunächst alle die, welche die Electricität zum Princip dieser Erscheinungen machten, wohin am Ende auch Creve's Meinung, daß eine Zersetzung des Wassers, so wie auch mehr oder weniger Ackermann's, daß die Erzeugung eines concentrirten, gleichsam ätherisirten Sauerstoffgases (Sauerstoffhalbgas, Lebensäther) durch die verschiedenen Glieder der Kette, diese Phänomene begründe, zu rechnen ist.) Demohn-

geachtet aber hat auch jene Hypothese ihre Ver-
ehrer gehabt, und zwar waren dies gerade sol-
che, die mit dem Umfang Galvanischer Erschei-
nungen in ziemlich hohem Grade vertraut wa-
ren. Dies Vorurtheil muß also wohl, wie
überhaupt jedes, seinen Grund gehabt haben,
und es wird interessant seyn, ihn aufzusuchen,
weil dieses uns allein den Weg vorzeichnen
kann, auf welchem wir dasselbe zu bestreiten
haben werden.

§. 2.

Wenn wir alle bisherigen auch noch so
mannichfaltigen Galvanischen Erscheinungen
mit einem Blick umfassen, so bemerken
wir an ihnen, als das allen gemein-
schaftlich Zukommende, Veränderung der in
der Kette (ganz, oder bloß mit ihren Nerven)
gegenwärtigen erregbaren Organe, eine Verän-
derung, die bey vom organischen Ganzen abge-
trennten Theilen bald in Contraction, bald in
Modification ihrer Erregbarkeit, besteht, bey
ungestörter Organisation des Ganzen aber, nach
der Beschaffenheit des afficirten Sinnes, auf eine
ihm angemessene Art, im Auge z. B. als Licht,
auf der Zunge als Geschmack, in der Wunde als

Schmerz, u. s. w., empfunden wird. Vom ersten Augenblick an also zog die Thierheit dieser Theile, an denen sich jene Veränderung zunächst offenbarte, alle Aufmerksamkeit auf sich, und längst gewohnt, in dem Organischen, Mittel und Zweck, Ursach und Wirkung ursprünglich vereinigt zu sehen, war es wohl leicht, auch in diesem Falle das thierische Organ für das Reagens seiner eigenen Thätigkeit zu halten, und somit die ganze Wirksamkeit der Galvanischen Kette von den in ihr enthaltenen thierischen Theilen abzuleiten. Durch das sich jedem auch ungerufen aufdringende Gesetz der Wechselwirkung geleitet, hielt man zwar Nebenwirkungen dieser Substanzen auf die mit ihnen verbundene unbelebte Natur nicht für unmöglich, und noch ehe ein Versuch dieselben bemerkbar gemacht hatte, glaubte man sogar, daß dieselben a priori erweisbar seyn müßten, und ihre Schwäche nur die Ursache sey, daß sie unsern Sinnen nicht fühlbar würden; man schloß also in der That die anorgische Natur nicht von dem Vermögen, auf die in der Galvanischen Kette vorhandene Thätigkeit zu reagiren, aus; immer aber waren doch nur jene Organe die Quelle

derselben, und ohne dieselben also machte man sich auch wenig Hoffnung, eine Spur von ihnen entdecken zu können. Für die directe Widerlegung dieser Meinung blieb also, wenn sie überhaupt möglich war, kein anderer Weg übrig, als in der anorganischen Natur Körper aufzufinden, an denen eine geringe Veränderung ihrer innern Qualität, — denn hierauf reducirt sich das Resultat alles Wirkens und Bewirkens raumerfüllender Individuen, — ihre äussere Beschaffenheit beträchtlich genug modificiren könne, um von uns sinnlich bemerkt werden zu können, diese Körper ferner als Glieder in Ketten zu bringen, die bis auf den Mangel des thierischen Organs alle Bedingungen vereinigten, mit denen beym Vorhandenseyn jener, Galvanische Wirksamkeit gegeben ist, und aufmerksam das zu beobachten, was sich an ihnen, über kurz oder lang, zutragen möchte. Man wird in der Folge finden, daß wir diesen Weg wirklich eingeschlagen sind, und daß er uns ganz mit dem Erfolg belohnt hat, der einer wirklichen Unrichtigkeit jener Hypothese entsprechen mußte.

§. 3.

Es giebt aber schon in den Erscheinungen, die bis jetzt ausschliesslich das Gebiet des Galvanismus ausmachten, eine Menge Fälle, welche sich mit der Annahme der absoluten Abhängigkeit der Galvanischen Wirksamkeit von dem, was in der Kette Thierisches ist, durchaus nicht vereinigen lassen, die durchaus auf das wichtige Verhältniß hindeuten, in welchem auch die übrigen Glieder der Kette zu dieser Wirksamkeit, und zwar nicht bloß leidentlich, sondern in hohem Grade thätig durch sich, stehen. Es wird interessant seyn, die vorzüglichsten dieser Fälle einer genaueren Betrachtung zu würdigen. Wir werden dadurch nicht bloß einen Beweis von einer der Natur länger als uns bekannten Wahrheit erhalten, von der, daß in ihr alles in absoluter Harmonie stehe, daß also jede einzelne Wahrheit einen Mittelpunkt bilde, auf den man von jedem Theile der grossen Peripherie der Natur hingewiesen werden müsse, nicht dies bloß; wir werden dabey Gelegenheit haben, deutlicher, als es bisher irgendwo geschehen ist, den Begriff Galvanischer Wirksamkeit, des Galvanismus zu entwickeln, um ihn

bestimmter, als je, zu scheiden von dem, was man so leicht mit ihm zeither vermengt und verwechselt hat; wir werden dadurch allmählig den Standpunkt gewinnen, mit dem allein sich die richtige Ansicht dieses Theils der allgemeinen Physik ergeben wird. Nicht mehr jener graufende Ausdruck inneren Kampfes streitender Elemente in der thierischen Faser, wird unsere Empfänglichkeit für das feinere und höhere abstumpfen; mit geläuterter Lichtglanz umflossen werden neue Wahrheiten den Horizont unsers Wissens wohlthätig erleuchten; aber eben so werden auch neue, vorher nicht gekannte Lücken im Systeme desselben zeigen, was selbst die Wissenschaft dadurch gewinnt, daß sie weiß, was sie nicht weiß. Selbst nicht auf Theorie ausgehend, wird der Verlauf unserer Untersuchungen bisweilen auf Theorien anderer stoßen, und unsere Erfahrungen werden uns in den Stand setzen, über ihre Gültigkeit mehr oder weniger zu entscheiden. So werden wir uns, zwar langsam, merklich jedoch, der wahren Theorie unvermerkt nähern, ohne sie zu suchen, wir werden sie finden, indem wir finden, was wirklich geschieht, denn was wol-

len wir von der Theorie anders, als dafs sie uns sage, was wirklich geschehe? Reine Erfahrung ist der einzige erlaubte Kunstgriff zur Erlangung reiner Theorie, die Schwierigkeit aber, desselbigen Meister zu werden, wird uns am sichersten den Mangel an Thatkraft fühlen lassen, der allein die Unvollkommenheit unserer Versuche entschuldigen kann.

Erste Abtheilung.

Die Gegenwart der Galvanischen Action oder des Galvanismus in Ketten, deren Glieder einzig aus der anorganischen Natur genommen sind, erwiesen durch Versuche, in welchen erregbare thierische Organe die Reagentien dieser Thätigkeit sind, ohne jedoch zu ihrer Begründung etwas beygetragen zu haben.

§. 4.

Wenn die Natur unser Wissen mit neuen Wahrheiten bereichern will, dann pflegt sie uns dieselben gewöhnlich unter der Gestalt von Paradoxien anzukündigen. Und gingen wir mit dem ausdrücklichen Vorsatz an die Erfahrung, uns aller Theorie, oder was meist gleich viel ist, aller Hypothese dabey zu enthalten, so können wir doch einen tief in unserm Wesen begründeten Trieb nicht ganz unterdrücken, selbst für das Heterogenste in der Erfahrung Vereinigungspunkte zu suchen, und überall Harmonie von der Natur zu fordern. Ungeduldig darüber, wenn wir diese Harmonie nicht sogleich finden, oder was wohl öfterer der Fall ist, wenn sie uns nicht gleich findet, sind wir bemüht, der Natur zuvorzukommen;

wir dichten ein Band, was jede Erscheinung in wenigstens einer Fläche berührt, um, was uns bekannt ist, zusammen in Eins verknüpfen zu können. Unsere Täuschung gelingt uns vielleicht, und sie wird dauernd, wenn wir, zufrieden mit uns selbst, auf unsern Lorbeern von nun an glauben ruhen zu dürfen. Dies ist indess nicht der Gang des ernstesten Freundes der Wahrheit; er vergißt nicht, daß sein Band nur ein erdichtetes war; er ist bemüht, mehr Erfahrung zu sammeln; indem es ihm klar ist, daß nur dies das sichere Mittel ist, das wirkliche möglich, und das mögliche wirklich zu machen. Und so kommen denn bald, so gewiß als selten der Fall ist, daß Dichtung und Wahrheit eins sind, Erfahrungen, die jenem Band keinen Berührungspunkt mehr, wo es sie fasse, darbieten; isolirt stehen sie da, und bilden wahre Paradoxien. Die Einheit des Wissens hat sich getrennt, und die in ihr erstes Chaos zurückgekehrte Masse von Erscheinungen bedarf einer neuen und höhern Einnung. Durch den Versuch bereits überzeugt, wie misslich jede künstliche sey, überläßt man von nun an das Werk der Natur; man trennt, wenn man eint, was die Natur eint, und eint, wenn man trennt, was sie getrennt hat, und so gelangt man allmählig zu einem gelungenen Bruchstück, was besser ist, denn ein mißlungenes Ganzes.

§. 5.

Erscheinungen von der hier beschriebenen Art, sind für das Gebiet des Galvanismus unter andern vorzüglich, die durch Unterbindung und Durchschneidung eines erregbaren Nerven begründeten. Fast alle, die sich bisher mit Galvanischen Versuchen etwas mehr als oberfläch-

lich beschäftigten, sind auf das mit den vorher bekannten Erscheinungen, und den Hypothesen darüber, Unvereinbare derselben aufmerksam geworden; nur wenige schlüpften ihrer Lieblingsmeinung zu Gunsten flüchtig über dieselben hinweg. Selbst ein Humboldt, mit dessen in dem ersten Band seiner bekannten „Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfasern“ aufgestellten Theorie Galvanischer Erscheinungen überhaupt sie sich gerade am wenigsten vereinigen zu lassen scheinen, gesteht (S. 482.) freymüthig, daß er in der Erklärung physiologischer Erscheinungen kaum eine grössere Schwierigkeit kenne, als die Lösung der genannten Phänomene. Wenn indess überall das Schwierigste seine Lösung am leichtesten durch sich selbst erhält, so werden wir sie auch hier dem Phänomen selbst überlassen, und eine treue Darstellung desselben wird es seiner Lösung näher bringen, als ein ganzes Heer möglicher Hypothesen über dasselbe.

§. 6.

Wenn man den weit heraus präparirten Nerven *nn* *Fig. 1.* eines noch mehr oder minder contractilen muskulösen Organs, z. B. eines Froschschenkels *m*, mit einem Punkte seiner Länge, es sey mit dem vom Muskel entfernten, α , mit einem Metall *a*, etwa Zink, mit einem andern dem Muskel näher gelegenen β aber mit einem zweyten vom vorigen dynamisch beträchtlich verschiedenen, wie Silber oder Gold, unmittelbar, wie in *Fig. 1.*, oder mehr oder minder mittelbar, wie in *Fig. 2.*, vermittelt zweyer Stücken nassen Schwammes, Muskelfleisch, zweyer Wasserschichten, u. s. w., $\alpha\alpha$, in Berührung bringt, und beyde Metalle durch Annäherung ihrer bey-

den vom Nerven entferntesten Enden unmittelbar, wie in *Fig. 1.* und *2.*, oder durch einen andern festen Leiter des Galvanismus, wie in *Fig. 3.* durch *c*, mit einander in Verbindung setzt, so wird bey dieser Schliessung der Kette das zu diesem Nerven *nn* gehörige Organ *m* heftig contrahirt werden, und bey hoher Erregbarkeit desselben kann ihm ein ähnliches auch bey der Trennung der Kette, nur bey dieser Anwendung der Kette meist in schwächerem Grade, wiederfahren. Man weiß aus ältern Beobachtungen, wie diese Resultate modificationsfähig sind, dadurch, daß man die relative Lage der beyden festen Glieder dieser Kette zu den übrigen abändert; sie umkehrt, d. i. das Silber oder das Gold an den von den Muskeln entferntesten, den Zink aber an den diesen am nächsten befindlichen Punkt des Nerven bringt; daß man statt dem einen *x* in *Fig. 2.* eine oder mehrere andere muskulöse Organe samt ihren frey präparirten Nerven oder diese allein mit dem Nerven des erstern in Verbindung setzt, wodurch diese *Fig. 3.* z. B. in *Fig. 4.* oder *5.* übergeht; daß man statt, zu starker Reitzung sonst nothwendig geglaubter zweyer beträchtlich heterogener fester Galvanischer Leiter, nur einen, aber mit einer von Wasser beträchtlich chemisch verschiedenen Flüssigkeit in Verbindung anwendet, wie in *Fig. 7.*, wo *a* eine Laugenfalzauflösung, eine Säure, Schwefelalkaliauflösung, oder Opiumauflösung, *b* aber irgend ein Metall, Kohle, Reifsbley u. s. w. bedeuten kann; daß man endlich in allen diesen Fällen die Kette bald mit diesen, bald jenen zwey Gliedern der Kette schließt, u. s. w. (Vergl. m. Beweis, daß ein beständiger Galvanismus u. s. w. §. 1. 6. 8 — 14.) Wie auch das Resultat des Versuchs, durch alle diese und hundert andere Umstände abgeändert werde, so werden

sie dennoch einander sämlich darinn gleichen, daß die mit diesen Nerven in ununterbrochener organischer Vereinigung stehenden Muskeln bey dem Schliessen und Trennen der Kette, es sey gleich stark, oder in verschiedenen Graden, und diese wieder in verschiedener Stärke, oder bey dem einen jener Acte, bald bey diesem bald jenem allein, doch für den Zeitpunkt jeder Kette immer wenigstens einmal, in Contractionen versetzt werden, vorausgesetzt, daß die Erregbarkeit des Organs und seines Nerven, dessen einer Theil sehr schwach oder sogar ganz todt seyn kann, indess der andere noch in hohem Grade lebt, groß genug ist, um auf die ihn treffende Einwirkung, durch sichtbare Veränderung der räumlichen Verhältnisse der Theile des erstern, antworten zu können. Und wäre selbst der Grad von Action in der Kette zu gering, um dieser Forderung zu entsprechen, so wird doch seine Addition zu einem zweyten, an sich ebenfalls zu geringen, in Gemeinschaft mit dem vorigen gesetzt, aber so eben das dem eben vorhandenen Grade der Erregbarkeit entsprechende, in der genannten Schrift, §. 22., umständlich auseinander gesetzte x übertreffenden Grade derselben, im Stande seyn, beträchtliche Contractionen hervorzurufen.

§. 7.

Der Erfolg wird nicht im mindesten geändert werden von allem diesem, wenn man vor (oder während, oder auch nach) der Anstellung der genannten Versuche und ihrer möglichen Modificationen an das von den Muskeln entferntere (in Fig. 8. unter a befindliche) Ende dieses Nerven a in Fig. 8. ein ähnliches Stück Nerv b ,

es sey von einem sehr frischen, oder von einem bereits abgestorbenen Nerven, (von einem, von dem im Versuch zu behandelnden, dem Namen nach verschiedenen, oder von einem zu einer ganz andern Thierart gehörigen, und gleich- oder ungleichartigen Nerven, u. s. w.,) genommen, und dieses Nervenstück $\nu\nu$ scheint hier so wenig auf das Resultat des Versuchs zu influiren, daß es die meiste Zeit sogar ganz gleichgültig für die Wahrnehmung ist, ob jenes $\nu\nu$ ein beschriebenes Stück Nerv, ein Stück Muskelfleisch, nasser Schwamm, ob es ein Metall, Kohle oder ein anderer fester oder flüssiger Leiter des Galvanismus, ja ob es selbst ein Isolator des Galvanismus, wie Glas, Harz, u. s. w., ist, und nur in solchen Fällen, wo $\nu\nu$ auf nn Erregbarkeit-modificirend wirkt, wie es z. B. bey, das Organ chemisch afficirenden Materien, wie Laugenfalzen, Säuren, Weingeist, u. dergl., oder, da die dadurch, doch zwar immerhin nur örtlich bewirkte Stärkung oder Schwächung des Nerven gewiß auch einen dieser angemessenen Einfluß auf den ganzen übrigen Nerven hat, selbst bey unterhalb α in *Fig. 8.* angebrachten, dem Gesetz für Wirksamkeit Galvanischer Ketten nach wirkamen Ketten, wovon $\nu\nu$ das eine vorzüglich bestimmende Glied sey, der Fall ist, werden nach kürzerer oder längerer Zeit Modificationen des Nerven möglich seyn, die ähnliche Modificationen in dem Product aus der Action der Kette in die Erregbarkeit des Nerven $\nu\nu$, nach sich ziehen werden. Wir nehmen indess hier bloß Rücksicht auf die gleich mit dem ersten Augenblick gegebene Umstimmung des Resultats des Versuchs bey übrigens gleichen Umständen, insofern sie die Construction des anorgischen Theils der Kette angehen; und so findet sich denn doch im Allgemeinen,

dafs alle diese Umstände keinen bemerkbaren Einfluß dieser Art auf dasselbe haben.

§. 8.

Anders schon etwas wird sich die Sache verhalten, wenn *a* in *Fig. 8.* seine vorige Stelle verläßt, wenn es *nn* nicht mehr in demselben Punkte, wie vor, *nn* überhaupt nicht mehr unmittelbar berührt, sondern erst dadurch, dafs es mit *vv* irgendwo in Berührung kommt, mit *nn* in Verbindung gesetzt wird, wie dies in *Fig. 9.* geschieht. Hier ist zunächst schon keinesweges mehr die Qualität von *vv* für die Wirksamkeit der Kette und den Grad derselben gleichgültig. Denn ist dieses *vv* ein Isolator des Galvanismus, so wird eben schon dadurch, da (unter den gewöhnlichen Umständen) von *a* nach *n* keine andere leitende Verbindung Statt findet, indem die einzige noch vorhandene, die durch die, beyde umgebende Atmosphäre, eben so isolirend ist, wie jenes *vv*, alle Wirksamkeit der Kette aufgehoben seyn. Und ist *vv* ein Leiter des Galvanismus, so wird, wie seine Qualität verschieden ist, wiederum die Wirksamkeit der Kette entweder dem Grade nach modificirt, oder, wenn es ein fester Leiter ist, in einigen Fällen sogar gänzlich aufgehoben seyn. Ihre Wirksamkeit wird eine andere seyn, wenn *vv* Wasser, wenn es Schwefelalkaliauflösung, eine andere, wenn es eine Säure, oder eine Mittelsalzauflösung, oder ein Stück feuchter Schwamm ist; ist *vv* ein fester Galvanischer Leiter, so wird, *b* in *Fig. 9.* gleich krySTALLisirtem Braunsteinkalk und *a* gleich Zink gesetzt, und die letzte Schliessung der Kette mit denselben Enden der festen, gemeiniglich Excitatoren genannten Glieder, wie vorhin vorgenommen, die Wirkung ganz gleich

seyn der in *Fig. 8.*, wo ν Zink, sie wird schwächer, wenn es Zinn, und noch schwächer, wenn es Kupfer ist, und sie wird überhaupt in demselben Verhältniß geschwächt werden, je stärker der sich durch Muskelcontraction u. s. w. äussernde sichtbare Einfluß von dem jedesmaligen ν mit a auf einen Nerven von gleicher Erregbarkeit mit dem in *Fig. 9.*, und bey wechselnder Qualität von ν , seyn würde, wenn beyde mit ihm eine Kette wie in *Fig. 1.* oder *8.* bildeten, wo b das a der *Fig. 9.* und a das ν derselben *Fig.* bedeutete, oder was, da in *Fig. 9.* unter der eben angegebenen Bedeutung ein Aufheben entgegengesetzter Actionen nach den Gesetzen, wie sie a. a. O. §. 13. aus Beobachtungen entwickelt und aufgestellt worden, Statt hat, einerley ist, je schwächer er seyn würde, wenn a in *Fig. 1.* oder *8.* gleich ν in *Fig. 9.*, b in der ersteren aber nicht, wie vorhin, gleich a , sondern ebenfalls b in der letzteren, gesetzt wäre; woraus folgt, daß die Wirkung, soweit sie durch die festen Glieder der Kette bestimmt wird, durchaus fehlen werde, sobald ν in *Fig. 9.* gleich b in derselben ist.

§. 9.

Aber auch dann, wenn man ν soviel wie möglich nn gleich zu setzen sucht, d. i. wenn man dazu ein Stück Nerv, genommen von einem nervösen Organ von derselben Erregbarkeit, anwendet, ja wenn man sogar dafür sorgt, daß sich ν von nn nicht einmal mehr dadurch unterscheide, daß ersteres nicht mehr mit seinen muskulösen Organen in organischer Verbindung steht, indess dies bey letzterem noch der Fall ist, wenn man also die *Fig. 9.* in *Fig. 10.* (die eigentlich ganz der *Fig. 5.* gleich kommt, und in Rücksicht des Verhältnisses des

Nervenlaufs zu dem übrigen Theil der Kette die umgekehrte von *Fig. 4.* ist,) verwandelt, selbst dann wird der sichtbare Erfolg für das Organ *mnn*, (denn auch für $\mu\nu\nu$ wird es einen positiven geben, der dem von $\mu\alpha$ in *Fig. 5.* gleich kommen, ihm aber in der Art, wie er dieses dort dem für *mn* ist, auch hier der entgegengesetzte seyn wird von dem für *mnn*, von welchem Erfolg für $\mu\nu\nu$ hier indess abstrahirt wird,) und zwar bey schwacher Erregbarkeit sichtlich, bey höherer aber, wenn auch nicht für den Sinn, doch erweisbar, verschieden seyn dem Grade nach von dem für dasselbe Organ in *Fig. 8.*, $\nu\nu$ bedeute, was es nur wolle, es bedeute selbst gleichfalls ein ganz dem zweyten in *Fig. 10.* ganz ähnliches Organ $\mu\nu\nu$. Am besten kann man sich, wie schon erwähnt, davon überzeugen, wenn man Organe von sehr schwacher Erregbarkeit zum Versuch wählt. Es war eine sehr alte Beobachtung, dafs man, um die letzten Contractionen aus dem sterbenden Organ hervorzurufen, durchaus den zu reizenden Nerven unmittelbar armiren müsse, und dafs sie ausbleiben, oder bey etwas höherer Erregbarkeit doch schwächer wären, wenn man den Nerven mittelbar armirte; nur hatte man hier noch nicht so genau auf die Gleichheit von $\nu\nu$ mit *nn* Rücksicht genommen. Ich habe aber durchaus diese Verschiedenheit aufs deutlichste erfolgen sehen, wenn ich diese Gleichheit so streng beobachtete, als ich es so eben vermittelst der *Fig. 9.* u. *10.* beschrieben habe. Schwer und zuletzt unmöglich wird diese Unterscheidung des Grades, wenn *mnn* noch in sehr hohem Grade erregbar ist, da hier beyde Producte zu groß sind, um jene kleine Differenz an ihnen bemerken zu können, die im Verhältniß zu diesen Producten fast verschwindet, da es sich

bey schwacher Erregbarkeit der Organe und geringen Producten gerade umgekehrt verhält. Man kann sich indess auch bey höherer Erregbarkeit bisweilen von der allgemeinen Gültigkeit des Satzes der Schwächung der Wirkung, durch Verwandlung der unmittelbaren Berührung in mittelbare überzeugen, wenn man Galvanische Ketten von sehr geringer Action construirt, wie etwa die aus Bley, Zinn und Nerv seyn würde, wiewohl selbst diese bey noch höherer Erregbarkeit gleichfalls wieder untauglich dazu wird.

§. 10.

Diese Erhöhung der Wirkung durch unmittelbare Berührung des erregbaren Nerven, von der die Wirksamkeit der Kette mit der andern vorzüglich bestimmen den Armatur, eine Erhöhung, die man bey den Versuchen, wo man die zu contrahirenden Muskeln (sichtbar freylich) allein (am Ende doch aber nur ihre Nerven mehr oder minder mittelbar, nur mit dem Unterschied, daß hier das die mittelbare Armirung Vermittelnde mit den Nerven in wahrer Continuität steht, da in den zuvor beschriebenen Versuchen überall bloße Contiguität Statt hat,) armirt, und hier oft noch in höherem Grade, und darum weit leichter wahrzunehmen, wiederfindet, scheint mehreren vielleicht auf einen merkwürdigen Zusammenhang der Continuität und Contiguität mit der Leitung, oder was eben so denkbar ist, mit der Bestimmung der Wirksamkeit der Kette, abgesehen von ihrer Leitung, zu deuten, und diese Deutung würde, wenn sie wahr wäre, mehreren zeither über die Natur Galvanischer Erscheinungen vorgetragenen Meinungen sehr gelegen kommen. So hoch auch aber dieses Verhältniß

unfern Begriffen nach seyn könnte, so lassen doch mehrere andere Erscheinungen mit mehr Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß dieser Zusammenhang, in sehr vielen Fällen wenigstens, ein noch höherer sey. Da wir aber, aufser demjenigen, was von ihnen tiefer unten noch bey Gelegenheit der *Fig. 97. bis 100.* vorkommen wird, noch anderswo Veranlassung haben werden, sie einer genauern Betrachtung und Zusammenstellung mit andern zu würdigen, so können wir dies hier um so mehr überhoben seyn, da alle bisher erzählten Beobachtungen keinen andern Zweck haben, als den hauptsächlich beabsichtigten, über den Einfluß des Unterbandes und Durchschnits der Nerven auf den Erfolg, den das Galvanisiren für das Organ hat, zur Einleitung, und durch ihre totale Verschiedenheit von diesen, dazu zu dienen, dieselben noch mehr auszuzeichnen.

§. 11.

Es ist durch ältere Untersuchungen bekannt, daß bey unmittelbarer Armirung zweyer Punkte eines noch beträchtlich erregbaren Nerven, (oder eines des Nerven, und eines der zu ihm gehörigen Muskeln,) die Contraction in dem Verhältniß stärker wird, als die Länge des erregbaren, in der Kette begriffenen Nervenstücks zunimmt, und daß sie schwächer wird, wie diese abnimmt. So ist es auch bey mittelbarer Berührung des Nerven (an einem oder zweyen Punkten desselben). Wenn die Stärke der Wirkung in *Fig. 9.* (w in seiner zuletzt erhaltenen Bedeutung,) eine gewisse ist, so wird sie (ebenfalls bey mäßiger oder niederer Erregbarkeit am leichtesten wahrnehmbar,) abnehmen, wie man *b* mehr von *m* entfernt, oder *v* nähert, wie jene *Fig.* also in

Fig. 11. übergeht, und noch schwächer wird sie werden, wenn endlich *b* die sich berührenden Enden von *nn* und *vv* zugleich berührt; vorausgesetzt nur, daß *nn* noch bis zum letzten an *v* grenzenden Punkt *n* erregbar sey, widrigenfalls sie ganz, und für jeden Grad möglicher Wirkksamkeit der Kette, wegfallen würde, wenn sie außerdem noch wenigstens bey den stärkeren Graden derselben möglich wäre, und bey schwächeren nur wegen ihrer Nähe wegfiel. Aber aufhören wird zuletzt alle Bewegung, wenn *b* ganz allein *vv* unterhalb des Berührungspunktes von diesen mit *nn* berührt, und man modificire die Construction der Kette, wie man nur wolle, man wähle zu *v*, und nehme ein so großes Stück von ihm in die Kette, was und wie man nur wolle, so wird dennoch bey den Graden der Erregbarkeit, mit denen man es gewöhnlich zu thun hat, nicht die geringste Contraction zu bemerken seyn.

§. 12.

Man hatte in den vorigen Versuchen Fig. 8 — 13. die Reihe *nnvv* beständig aus Stücken von verschiedenen Nerven zusammengesetzt, aber *vv* kann eben so gut, und ganz mit dem nemlichen Erfolg ein Stück von einem und demselben Nerven, zu dem *nn* gehört, seyn, was man von ihm abgeschnitten hat. Wenn so eben in Fig. 1. die stärkste Wirkung vorhanden war, so durchschneide man *nn* zwischen *β* und dem Muskel *m*, und man hat völlig die Fig. 13. construirt, und mit ihr alles, was mit dieser gegeben ist, d. h., totale Ruhe der Muskeln in den Ketten Fig. 1 — 7. mit allen ihren Modificationen.

§. 13.

Aber eben dasselbe erfolgt genau, wenn man, anstatt in *Fig. 1.* den Nerven zwischen β und m zu durchschneiden, ihn stark unterbindet, d. i., aus einem Faden Zwirn oder Seide, am reinlichsten aber aus einem Haar eine Schlinge bildet, den Nerven durch dieselbe steckt, und sie an dem Ort, wo der Unterband hinkommen soll, fest zusammenzieht, wodurch der Nerv sehr stark gepresst, und die feinere Structur desselben an diesem Orte mehr oder weniger zerstört wird, ohne dafs jedoch das Stück βn in *Fig. 1.* oder vv in *Fig. 8 — 13.*, welches man das Nervenstück oberhalb des Unterbandes nennt, ganz von dem andern mit dem Muskel noch ungestört zusammenhängenden Stück des Nerven, von βn in *Fig. 1.* oder nn in *Fig. 8 — 13.*, was man das Nervenstück unterhalb des Unterbandes nennt, getrennt werde, sondern noch durch seine ursprüngliche Cohärenz continuirlich mit ihm zusammenhängt. Bey dem Zusammenziehen dieser Schlinge werden die Muskeln, sobald ihr Nerve anfängt gepresst und folglich stark mechanisch gereizt zu werden, dieser Reizung und ihrer Stärke entsprechende Contractionen geben, die sich meist so oft wiederholen, als man die Schlinge von neuem fester zusammenzieht, bis sie endlich bey fernerm Zusammenziehen derselben gänzlich aufhören, und erst mit diesem Zeitpunkt darf man den Unterband für ziemlich vollendet ansehen, weil man beständig findet, dafs so lange die Muskeln bey einem neuen Pressen der Nerven oder Zusammenziehen der Schlinge sich von neuem noch contrahiren würden, auch immer noch eine Galvanische Reizung dieses Nerven oberhalb des Unterbandes, von gröfserer oder geringerer Stärke, unter der

nemlichen Confruction und Anlegung der Kette, wie in *Fig. 13.*, Contractionen in den zu diesem Nerven gehörigen Muskeln veranlaßt, welche um so stärker seyn werden, je weniger noch durch den Unterband von denjenigen Bedingungen im Nerven aufgehoben ist, deren durch den vollendeten Unterband gänzliche Aufhebung jede unter diesen Umständen zu erhaltenden Contractionen unmöglich machen würde; gerade so, wie auf die Galvanische Reitzung eines oberhalb des Schnitts befindlichen Stücks eines nicht ganz, sondern nur partiell, etwa zur Hälfte, durchschnittenen Nerven, ebenfalls noch Zusammenziehungen erfolgen würden, von denen durchaus keine Spur mehr zu entdecken ist, sobald der Schnitt den ganzen Nerven getroffen hat, oder die Durchschneidung total ist. Beyde, Unterband wie Durchschnitt, gehen sich überall parallel, und es ist mir bey meinen häufigen Versuchen dieser Art noch kein Fall vorgekommen, der eine Verschiedenheit zwischen beyden zu begründen schiene. So wird auch die Contractionsfähigkeit des Muskels unter diesen Umständen nicht wieder eintreten, wenn man das Band, gleich oder nach einiger Zeit, wieder vom Nerven abnimmt, sobald nur die Unterbindung vollständig geschehen war; und alles, was vorhin für den durchschnittenen Nerven in *Fig. 9 — 13.* galt, gilt in demselben Grade auch für den unterbundenen, d. i., wenn in *Fig. 13.* keine Spur von Zuckungen mehr vorhanden ist, so werden sie sich (bey hinlänglichem Grade der Erregbarkeit) wieder zeigen in *Fig. 2.*, und an Stärke gewinnen, wie *b* sich in *Fig. 11.* und *9.* dem Muskel immer mehr nähert, oder das in der Kette begriffene mit den Muskeln noch ungestört organisch (— so heiße nemlich in Zukunft immer

der Zustand eines mit seinen divergirenden ins Unendliche vereinzelt Enden in die eben so ins Unendliche vertheilten Muskelfäserchen organisch eingreifenden Nerven, dessen Structur, Mischung, u. f. w., weder durch Unterband, noch Durchschnitt, noch auch durch Behandlung mit chemisch auf ihn einwirkenden, und damit zugleich mittelbar den Grad seiner Erregbarkeit für äußere Reitze bestimmenden Materien, wie z. B. durch Deprimirung der Erregbarkeit eines Theils dieses Nerven, in *Fig. 13.* also, wo man sich auf einen Augenblick *nnv* als Einen überall cohäsionirlich zusammenhängenden Nerven vorstelle, etwan der Stelle von [dem an *v* angrenzenden] *n* bis *β*, vermittelt Alkalien, Säuren, Neutralsalzaufösungen, u. f. w. [vergl. m. Bew. §. 7. S. 16.], ja selbst durch lange Einwirkung positiver Galvanischer Ketten [a. a. O. §. 20. S. 120. 126.], ich sage, dessen Structur, Mischung, oder was irgend durch diese Umstände modificirt werden mag, an keiner Stelle durch diese Influenzen dergestalt verändert, oder selbst vernichtet ist, daß jeder, oberhalb dieser Stelle den Nerven treffende, und sich nicht über die getroffene Stelle hinaus verbreitende, Reitz, auch bey seiner größten Stärke keine Contraction der mit jenem Nerven zusammenhängenden Muskeln weiter zur Folge haben kann; — von dem Wie der Vermittelung dieses Zur-Folge-haben weiter unten —) zusammenhängende Nervenstück immer größer wird, bis endlich mit der unmittelbaren Zusammenkunft der dem Muskel immer näher gerückten Armatur *b* mit dem Muskel *m* in *Fig. 14*, der stärkste Grad gewöhnlich zu erhaltender Contraction erreicht ist.

Gewohnt bis hieher, immer nur das thierische Organ als Reagens für die in der Kette als solcher vorhandene Wirkksamkeit, welcher Natur sie auch sey, (denn ihr problematisches Substrat wird doch immerhin nur dadurch und indem etwas vermögen, das und indem es wirksam ist, und immer nur dieses wird es seyn, was wir in Anschlag zu bringen haben werden,) auftreten zu sehen, durchaus kein anderes zu kennen, entstehen uns schon bey einem flüchtigen Blick auf diese Phänomene, als Erfolg jener mit dem Nerven vorgenommenen Veränderungen, mehrere Fragen, deren Beantwortung, wenn sie möglich seyn sollte, wohl interessant genug seyn muß, um sich nach ihr um zu thun. Die erste derselben ist wohl unstreitig die: Nimmt die Wirkksamkeit der Kette, (nicht in wiefern durch sie Contractionen des muskulösen Organs bestimmt werden, denn es ist uns sehr möglich, dieselbe abge sondert von dieser zu denken, sondern dieselbe Wirkksamkeit, von der es in meiner ersten Schrift über den Galvanismus [Beweis, §. 18 — 21. S. 103 — 139.] so streng erwiesen wurde, das sie fort-dauere, so lange die Kette geschlossen bleibe, und welche fort-dauert, ohne das doch eben auch die mit ihrem Eintritt erscheinenden Contractionen von derselben Dauer seyn müßten,) nimmt diese Wirkksamkeit in demselben Grade ab und verliert sich, als der sinnlich wahrzunehmende Erfolg für das muskulöse Organ, was mit der Kette in näherer oder entfernterer Verbindung steht, vom höchsten Grade desselben in Fig. 14. durch Fig. 8 — 12. hindurch abnimmt, und mit Fig. 13 sich in Nichts auflöst? — Oder bleibt sie sich in ihrer Intensität gleich, und hängt die Gröfse jenes Products von dem

thierischen Organ nur insofern ab, als es, zufolge seiner Thierheit, erregbar durch dieselbe ist, und sind also alle jene Modificationen nur der Modification dieser Bedingung (ihrer Ex- und Intensität) zuzuschreiben? — Aber die anorgische Materie, indem sie übergeht in das organische Reich, bleibt doch immer Materie noch, und was ihr als solcher schon in der anorgischen Welt zukommt, verläßt sie gewiss auch nicht in der organischen. Alle Materie in der ersteren aber hat ein bestimmtes Verhältniß zum Galvanismus, warum die organische nicht? — Ja es ist wirklich an dem, woher sonst jene Galvanische Wirkung, einzig bestimmt und modificirt durch organische Theile in den Versuchen mit bloß thierischen Theilen? So wär' es denn möglich zu fragen: Ob bey Erzeugung Galvanischer Wirkksamkeit nicht organische wie anorgische Materie, diese oder jene allein oder beyde zusammen, immer nur dieser gemeinschaftlichen Qualität nach, die bey allen dieselbe ist, ihre Erzeugung begründete; ob darum organische Materie allein eben so, wie ein Gemisch aus ihr und anorgischer, der Schöpfer derselben auf dieselbe Art seyn könne, wie es von diesem Gesichtspunkt aus, von der anorgischen allein genommen, so wahrscheinlich wird? Nur daß bey der organischen, und in unserm Fall, bey der organisch-thierischen dieselbe Materie Vorzüge (wenn auch nur scheinbar) genösse, der sie zu dem Vermögen, zur Production jener Wirkksamkeit beyzutragen, entübriget seyn könne, vermöge welcher aber sie selbst wieder von einem höhern Standpunkt aus, jener Wirkksamkeit, die sie auf einer niedern mit begründen half, sich als erregbar gegen über zu stellen, in den Stand gesetzt wird, und diese erregend auf sie, und erregbar durch sie, einen

Kampf mit ihr eingeht, dessen Anfang und Ende sich durch die Contraction des Organs, sein Ausgang für dasselbe als solches uns aber sich durch die Modification seiner Erregbarkeit kund thut, welche, sobald der Kampf nur irgend einige Zeit dauerte, auch sicher für den Sinn wahrnehmbar wird; — nur dafs der anorgischen diese Vorzüge mangelten, und darum jene Wirksamkeit, ohngeachtet es ihr an einem durch sie Erregbaren fehlte, dessen Erregung sich in einem sinnlich wahrzunehmenden Product ausdrückte, für uns so gut, wie nicht da zu seyn schiene. — — Aber wir beantworten diese Fragen nicht sogleich. Sie sollen uns blofs auf den Gesichtspunkt aufmerksam machen, aus dem die folgenden Erscheinungen, die ihnen gleichsam zur Einleitung dienen, zu betrachten sind, um die Untersuchung selbst dadurch interessanter zu machen, und das Einsehen ihrer Resultate mehr zu erleichtern.

§. 15.

In den Fällen *Fig. 1.* und *8.* war, vorausgesetzt, dafs der Nerv *nn* in allen, und in gehörigem Grade erregbar, und die Verschiedenheit der als Armaturen angewandten, und mit einander verbundenen andern in der Kette gegenwärtigen Leiter des Galvanismus, und damit die durch sie bestimmte Wirksamkeit der Kette gross genug war, um jener Erregbarkeit mit Erfolg entsprechen zu können, beständig Contraction der mit diesen im Versuch begriffenen Nerven in ungestörter organischer Verbindung stehenden Muskeln vorhanden, die zwar in der einen *Fig.* dem Wenn und dem Grade nach anders wie in der andern seyn konnten, im Allgemeinen aber doch immer Contraktionen blieben. Es ist aber als höchst

gewißs ausgemacht, daß die mit dem Eintritt der Bedingungen, mit denen überhaupt Galvanische Wirkksamkeit gegeben ist, daß die mit ihm gegebene Wirkksamkeit, die Action in der Galvanischen Kette, so lange fortduere, als die Kette geschlossen bleibt. Es sind Mittel gefunden, die Sphäre dieser Wirkksamkeit zu entdecken, denn ihre Sphäre wird zugleich die Sphäre ihrer Fortdauer seyn müssen, für diese aber sind die bestimmtesten Reagentien da. Der bey Affection der Sinne eintretende Zustand der Modification derselben, bey der Zunge der bestimmte Geschmack, bey dem Auge der bestimmte Lichtzustand, beym Gemeingefühl die schmerzhaftte Empfindung, alle dauern so lange fort, als die Kette geschlossen bleibt, und beweisen für die Rolle, welche der Nerv als sensible Substanz, als Sitz und Leiter der Empfindung, in der animalischen Welt spielt, dasselbe, was ein nasses Schwammstück, ein Nervenstück, oder ein irgend aus einem homogenen festen oder flüssigen Leiter des Galvanismus zusammengesetzter Bogen, welcher mit seinen beyden Enden zwey Punkte des in der Kette begriffenen Nerven, welche beyde, oder von denen wenigstens einer innerhalb die Kette selbst fällt, berührt, nachdem diese, und wirksamer Natur, vorher geschlossen worden, durch die den Muskeln dieses Nerven dadurch verursachte Contraction von Seiten seiner Qualität als irritabel, als vermittelndes Glied jener Contraction, darthut. Diese Contraction wird in *Fig. 15.* erscheinen, wenn der Bogen *r* den Nerv an zwey in der Kette begriffenen Punkten, auch wenn *s* ihn an nur einem innerhalb, und einem andern aufserhalb der Kette befindlichen berührt; sie wird fehlen bey Anbringung des Bogens *t*, so wie bey *u*; beyder Berührungspunkte fallen

zugleich auſſerhalb der Kette; es iſt hier eben ſo todt, als, wenn *r* und *s* den Nerven an ihren vorigen Stellen berührten, die Kette aber offen, ihre Wirkſamkeit folglich gleich Null wäre. Auf welche Art ſich auch immer dieſer Erfolg ergeben mag, welches auch die Natur dieſer Verſuche ſey, ſo zeigen ſie doch deutlich genug, daß die Bedingungen ihrer Poſitivität einzig an die Gegenwart einer wirkſamen Kette gebunden, und daß es zu den unerläßlichſten gehört, daß die Sphäre der Kette mehr oder weniger, durchaus aber immer wirklich mit jenem Bogen in unmittelbare Verbindung geſetzt werde, welches beweift, daß die Wirkſamkeit der Kette ebenfalls auf den ſinnlich bemerkbaren Umfang dieſer Kette ſelbſt eingeſchränkt ſey.

§. 16.

Noch triftiger geht das nemliche aus den Beobachtungen über die durch längere Influenz dieſer Wirkſamkeit auf den erregbaren Nerven in dieſen hervorgebrachten Modificationen ſeiner Erregbarkeit hervor. — Man bringe an einen in mäßigem Grade erregbaren Nerven in *Fig. 1.*, und zwar an einen den Muskeln näher liegenden Punkt deſſelben, dasjenige von zwey beträchtlich verſchiedenen Metallen, was das zweyte anzuwendende, wenn dies in Säuren aufgelöſt wäre, aus denſelben metalliſch niederschlagen würde, oder was eben das heiſt, auf welchem in *Fig. 4.* der Nerve des Schenkels liegt, welcher bey mäßiger oder niederer Erregbarkeit, — (warum nur bey dieſer gewiſs, davon in der Folge —) bey der Schließung der Kette am ſtärkſten oder allein in Contraction verſetzt wird; mit dem zweyten entfernten Punkt aber ſetze man das andere von beyden Metal-

len, dem von dem angeführten das Gegentheil zukommt, in Verbindung, schliesse die Kette, deren Beschaffenheit man, der Kürze wegen, positiv nennen kann, und lasse sie eine halbe Stunde und länger geschlossen. Zum Gegenversuch lege man an einen ähnlichen Schenkel zwey Metalle derselben Beschaffenheit, ohne jedoch, daß sie sich selbst wieder unter einander berühren. Nach der genannten Zeit wird sich finden, daß die Stelle $\beta\alpha$ an *nn* entweder nur noch sehr schwach zu erregen, oder daß sie für gar keinen Reitz mehr empfänglich, d. i. ganz todt sey, indess dieselbige Stelle $\beta\alpha$ am Schenkel des Gegenversuchs noch in weit höherem Grade erregbar ist, im Ganzen also weit weniger von ihrer Erregbarkeit eingebüßt hat; oder liesse man beyde bis zur völligen Unerregbarkeit liegen, so würde sich zeigen, daß die Stelle $\beta\alpha$ der geschlossenen Kette weit früher todt seyn werde, als die nemliche Stelle am andern Nerven; diese Construction der Kette wirkt also deprimirend auf den Nerven, welches zunächst die Fortdauer der Wirkung in ihr beweist; aber diese frühere Schwächung, oder, bey hinlänglicher Dauer, auch Tödtung, der Erregbarkeit, erstreckt sich bloß auf dieses in der Kette gewesene Nervenstück, und nicht weiter, und also nicht weiter erstreckte sich auch die Ursache derselben, denn Ursache und Wirkung sind jederzeit unzertrennlich verknüpft.

§. 17.

Aendert man in dem beschriebenen Versuch das relative Verhältniß der beyden Metalle zu dem Nerven dergestalt ab, daß es das umgekehrte vom vorigen wird, d. i., daß das, das andere aus Säuren metallisch präcipitirende, oder mit ihm im Galvanischen Versuch Fig. 4.

bey der Schließung gemeiniglich die stärkste oder alleinige Zuckung in dem Schenkel desjenigen Nerven, welcher auf ihm liegt, gebende, nicht, wie vorhin, den entferneren, sondern den den Muskeln nähern Punkt, und das andere den entferneren armirt, und verfährt auch in Hinsicht des Gegenversuchs durchaus wie vorhin, so wird man nach derselben Zeit ohngefähr, $\beta \propto$ um vieles reizbarer noch antreffen, als dasselbe Stück des nicht in der Kette gewesenen Nerven; thierische Theile allein werden die stärksten Contractionen bewirken, und bey Oeffnung der Kette die (gleichsam zeither mit etwas Anderem beschäftigte) Erregbarkeit desselben für äußere Reitze sich dergestalt angehäuft finden, dafs das, was gewöhnlich in seiner Ruhe den Schenkel sehr wenig, kaum merklich meißt, stört, das grösste Product von Erregung im Nerven, und dadurch im Schenkel, veranlafst. Er wird in die heftigsten Krämpfe verfallen, die sich anhaltend erneuern, bis nach längerer Zeit endlich müde des Kampfs die Muskeln erschlafft zurücksinken. Aber auch hier überzeugt man sich davon, dafs die dies veranlassende Modification des Nerven, sie heisse so oder anders, nur örtlich sey, und sich auf den Nerven nur soweit erstrecke, als ihn die Kette befaßte. Denn sind jene Convulsionen so eben erschienen, und weiß man aus Erfahrung gewiß, dafs sie noch lange anhalten werden, so unterbinde man bloß, oder durchschneide den Nerven in *Fig. 1.* zwischen β und m nahe an β , und die vorige Ruhe ist den Augenblick wieder hergestellt. Der andere Schenkel und Nerv weiß nichts von dem allen.

§. 18.

Selbst beym Galvanisiren bloß thierischer Theile mit bloß thierischen Theilen sah ich aufs deutlichste,

wie es auch hier eine Wirkfamkeit in der Kette gebe, die nur auf diese beschränkt sey. Statt aller nur einige Beyspiele, da sie das verlangte hinlänglich beweisen. Das noch mit dem Nerven eines in sehr hohem Grade erregbaren Froschschenkels organisch cohärirende Rückenmark, aus dem er entspringt, mit seiner Knochen- und Muskelfleischhülle μ , und ein Punkt des Nerven n in Fig. 16. wurden durch eine Froschleber l verbunden, wobey heftige Contractionen eintraten. Sie wiederholten sich, wiewohl schwächer, als ein kleiner Bogen Muskelfleisch b zwey Punkte des Nerven innerhalb der Kette, und eben so, wenn ein anderer c , einen Punkt inner- und einen außerhalb der Kette mit einander verband; weg blieben sie aber, wenn d zwey Punkte verband, die ganz außser die Kette, zwischen ihn und die Muskeln, fielen, und eben so fielen sie weg, wenn die Kette $l\mu n$ geöffnet war. Aber nun fielen auch die vorhin Stattgehabten zugleich weg, zum Beweis, dafs sie durch die während dem Geschlossenseyn der Kette vorhandene Wirkfamkeit in derselben begründet wurden. Traten bey neuen Schließungen mit l die Contractionen, die von diesen herrührten, und deren vorhin zuerst erwähnt wurde, von neuem und fast in dem nemlichen Grad der Stärke, wiederum ein, so fielen sie weg, sobald in einem Punkt außserhalb der Kette, zwischen ihr und dem Schenkel, der Nerv, z. B. in u , unterbunden, oder eben so, wenn er daselbst durchschnitten wurde, so genau auch die getrennten Enden mit einander vereiniget, oder so feucht auch, um dem Verdacht auf Mangel an Leitung auszuweichen, die unterbundene Stelle gemacht und erhalten wurde. Auch in Fig. 17. sah ich Fälle, wo ein Bogen Muskelfleisch auf n gebracht, nachdem die Kette zuvor durch Berük-

rung des Nerven mit den Muskeln in *a* mit Contractionen dieser geschlossen worden, starke Contractionen gab, indess sie bey einem ähnlichen *f* auf den nemlichen Nerven, nur ausserhalb der Kette in *o* angebracht, durchaus eben so fehlte, als in *n*, sobald die Kette nicht geschlossen war, wie in *Fig. 18.*, wo natürlich auch *f* auf *o* nicht wirksamer, wie vorhin, war. — Die in diesem §. erzählten Erscheinungen werden nun freylich nicht jedesmal glücken, als man den Versuch anstellt, und ich habe den *Fig. 16.* selbst nur einmal in seiner vollen Schönheit gesehen, dies macht sie aber darum nicht weniger fähig, das aus ihnen gefolgerte allgemein gültig zu beweisen, da eine Menge anderer, hier zu weit abführender Versuche zeigen, dass, vorausgesetzt diese Erscheinungen gehören mit den dem Aeufsern nach ähnlichen bey Ketten, deren Glieder theils aus der organischen, theils aus der anorganischen Welt genommen sind, und die ich bereits in *m. Beweis*, §. 19. weitläuftiger auseinander gesetzt habe, in eine Klasse, die Bedingungen für die vollständige Construction des Phänomens nicht weniger selten seyn müßten, als es das Phänomen in der That ist. Oefterer, wiewohl auch nicht bey jedem Versuch, wo die Reitzung mit bloß thierischen Theilen wirklich gelingt, erhält man die Erscheinungen der *Fig. 17.* und *18.*, aber ihre Bedingungen sind auch nicht jenen Schwierigkeiten unterworfen. Es wird von den hier erzählten Erscheinungen, als Beweis gebend für die Fortdauer der Wirksamkeit in Ketten aus bloß thierischen Theilen, in der Folge noch einmal die Rede seyn. Vor der Hand begnügen wir uns, mit Hülfe ihrer gefunden zu haben, dass wirklich auch in wirksamen Ketten aus bloß thierischen Theilen eine Wirksamkeit Statt finde,

deren Sphäre mit der Sphäre der Kette gleiche Grenzen habe, und dies, mit dem in den vorigen §§. Gefundenen zusammengenommen, giebt den allgemeinen Satz: daß die Sphäre der Action jeder Galvanischen Kette auf die Sphäre der Kette selbst eingeschränkt sey.

§. 19.

Es wird indessen wohl keiner Erinnerung bedürfen, daß hier nur von derjenigen Action die Rede seyn kann, die zunächst aus der Zusammenkunft mehrerer Raumerfüllungsindividuen von verschiedener Beschaffenheit nach den Gesetzen für die Bedingungen wirksamer Galvanischer Ketten, wir mögen diese Gesetze vollständig kennen, oder nicht, entspringt, die Rede seyn kann. Denn in der Natur greift jede Action wiederum ein in eine andere, diese in eine dritte, und so fort ins Unendliche, so daß jeder Proceß, so endlich und klein er auch scheine, doch zuletzt zu einem Proceß der ganzen Natur wird. Nichts ist in der Natur ohne Wechselbestimmung, und sogar das Mechanische ist mit dem Dynamischen so innig verkettet, daß in jener kein Atom das andere verläßt, ohne daß dieses seine Trennung verewige. So wird auch in keinem Punkte eines Nerven Veränderung vorgehen können, ohne daß nicht auch der übrige Theil dadurch modificirt werde. Selbst aber schon so und so, und unter andern Umständen befindlich, wird diese Modification für ihn ganz anders ausfallen, als sie jenem Punkt wurde, und überdies wird ja die Modification eines benachbarten Punkts durch die Modification des ersteren eine ganz andere seyn, als die erste selbst war, u. s. w.; und noch wissen wir nicht, ob nicht inner einem und demselben Punkte Gradleitern

von Modificationen dynamisch durchstiegen werden können, von deren höchster Stufe erst ein gar weit von dem zunächst entstandenen entferntes Etwas als modificirender Factor für den angrenzenden Punkt auftritt, und so ein ganz anderes Product mit ihm construirt, als das, dessen Product es selbst war. So könnte wohl ein starker Magnet dem eisernen, an sich zu schwachen Gewicht einer stillstehenden Uhr genähert, dieses Gewicht anziehen, und so die Uhr auf längere Zeit in den Gang bringen, wer aber wird darum dieses Gehen der Uhr einen magnetischen Proceß nennen? — und wer kennt die Scale, welche durchlaufen wird vom ersten Impuls des Magnets auf das Eisen, bis zur räumlichen Bewegung des letztern? — Nicht so ein Entferntes demnach, sondern das Nächste, das was sich zu jenem verhält, wie jener Impuls des Magnets zum Gange der Uhr, ist es, auf welches wir unsere Aufmerksamkeit richten; dies ist, was wir im Galvanischen Versuch unter Action der Kette verstehen.

§. 20.

Wir kehren wieder zur Hauptsache zurück. Wir haben den Satz festgestellt, daß die Action einer jeden Galvanischen Kette auf die Sphäre der Kette selbst eingeschränkt sey. Von *Fig. 1.* an bis *Fig. 12.* aber haben wir beständig mit Fällen zu thun gehabt, wo durchaus nur der Nerv, und von diesem nur ein Theil, und zwar noch dazu der von den Muskeln entferntere, Glied der Kette war. Nun war aber doch das beständige Merkmal, an dem eben wir die Gegenwart der Wirksamkeit der Kette erkannten; die Contraction dieser Muskeln, die nichtsdestoweniger ganz außer die Wirkungssphäre der Kette

hielen. So gewiß nun diese Contractionen in Zusammenhang standen mit jener Wirkfamkeit der Kette, und diese zu jenen Gelegenheit gaben, so gewiß mußte dieses Veranlassen der erstern durch die letztere durch das vermittelt seyn, vermittelt dessen diese Muskeln mit dem in jener Kette enthaltenen Nervenstück in Verbindung standen. Die Influenz von diesem Nervenstück als Repräsentant des Products der Kette, auf welcher Stufe es dasselbe auch repräsentire, auf den übrigen Nerv und den Muskel, muß, selbst um nur Influenz für sie seyn zu können, ihnen zu-, und durch ersteren, den Nerven, hindurch nach dem Muskel, geleitet werden. Es kümmert uns hier wenig, welcher Natur, wie man nemlich diese Frage gewöhnlich versteht, das Fortzuleitende sey, ob es ein Fluidum, ein Bestimmtes, seinen Ort änderndes, dabey aber Beharrendes, sey, was translocirt werde, oder ob das Bestimmen selbst translocirt werde; die Bedingungen, unter denen dieses Translociren möglich wird, sind es, die uns zunächst angehen, und es ist überaus wichtig, diese kennen zu lernen. Unsere Betrachtungen haben uns bereits darauf geführt, daß dies Geleitete nicht identisch seyn könne, mit dem, durch die Glieder der Kette Geleiteten, und mit dieser Kenntniß bricht der erste lichte Strahl aus dem Dunkel der Erscheinungen hervor. Laßt uns den Schleier vollends aufheben, der seine Kraft noch schwächen könnte.

§. 21.

Wir schlossen den Satz, daß der Gehalt der wirksamen Galvanischen Kette, das was in ihr circulirt, neu erzeugt ruht, oder unter welcher Form es sich in dersel-

ben befindet, daß dieser Gehalt unmöglich identisch seyn könne mit dem Gehalt des außer der Kette nach dem Muskel hin befindlichen Nerven, indem er den durch jene im entfernteren Nervenstück auf dasselbe gemachten Eindruck, oder sein secundäres Resultat für ihn, nach dem Muskel hin propägirt, um die Contraction desselben zu construiren; wir schlossen daraus, daß sich jener Gehalt der Kette nicht über dieselbe hinaus erstrecke, indels die zu contrahirenden Muskeln Zolle, bey größeren Thieren Fusse weit von dieser Kette entfernt sind. Aber auch von anderen Seiten wird sich uns diese Wahrheit bestätigen. Zuerst durch Vergleichung der Bedingungen der Leitungen beyder.

§. 22.

In *Fig. 9 — 12.* sehen wir die Stärke der Contraction des Organs *m* abnehmen, wie die Größe des unterhalb dem Unterband oder Durchschnitt befindlichen Nervenstücks $\beta\mu\nu$ abnahm. Denn daß sich auf die Abnahme dieses jene Abnahme der Wirkung reducire, und nicht etwa auf das Kleinerwerden der ganzen in der Kette befindlichen Nervenlänge $\beta\alpha$, zeigt *Fig. 8.*, wo diese Länge weit kürzer ist, als in *Fig. 9.* In *Fig. 13.* war alle Wirkung verschwunden. So lange sich jener Unterband oder Durchschnitt zwischen den beyden Armaturen befand, war jederzeit Zuckung da, und man könnte diese Unterbindung und Durchschneidung eine beliebige Menge male vervielfältigen, und dennoch würde die Contraction (bey gleicher Erregbarkeit des Organs) dieselbe Stärke haben, wenn nur das Nervenstück vom letzten Unterband . . . nach dem Muskel hin an bis zu β in allen Versuchen dasselbe wäre. Die Wirkksamkeit der

Kette wird also durch diese Unterbrechungen keineswegs gestört. Man rücke *b* über den Unterband herauf, daß es wie *a* auf *vv* zu liegen kömmt, und alle Contraction wird fehlen. — Aber vielleicht fehlt sie nur deshalb, weil nur das mit *m* noch ungestört organisch zusammenhängende Nervenstück *nn* den Stoff zur Action der Kette, die wiederum als Reiz auf das Organ wirkt, hergeben kann, dieses Hergeben aber durch die Unterbindung oder Durchschneidung des Nerven verhindert ist? — Man bringe also noch einen andern ununterbundenen Nerven, der mit seinen Muskeln noch organisch und ungestört in Verbindung steht, in die Kette, wie in *Fig. 19*: μ wird bey der Schließung der Kette contrahirt werden, indess *m* in völliger Ruhe bleibt. Hier war demnach Action in der Kette und an jedem Punkte der Kette, denn mit der mindesten Entfernung *b*'s von β würden jene Contractionen weggefallen seyn; *ur* wurde von ihr getroffen so gut wie *nn* in *Fig. 8*.; von α (in *Fig. 19*.) wurde eine dadurch in ihm bewirkte Veränderung nach μ fortgeleitet, indess von $\alpha\beta$ nichts propagirt wurde, und nichts coexistirt diesem verschiedenen Verhalten, als, daß der Nerve von *m* in *u* unterbunden oder durchschnitten ist, indess der von *m* keine ähnliche Störung erlitten hat. Und da Coexistenzen dieser Art so lange zu Schlüssen über Wechselbestimmung berechtigen, als beyde Coexistenten in harmonischem Wechselverhältniß zu einander stehen, so scheint es allerdings, als ob wir sagen dürften, daß der Unterband oder Durchschnitt in *u* etwas isolirt habe, was in *vv* geleitet wurde, und dieses Etwas ist eben das, von dem wir vorhin erwiesen, daß es von dem in der Kette begriffenen Nervenstück nach dem Muskel hin propagirt werden

müsse, um Contractionen zu bewirken. Schon vorhin wurde dasselbe als nothwendig verschieden aufgezeigt von dem in der Kette vorhandenen Ersten, und jetzt hätten wir erfahren, daß es sich auch in den ihm zukommenden Bedingungen seiner Leitung von ihm dadurch unterscheide, daß ersteres durch Unterband und Durchschnitt isolirt werde, da hingegen das nemliche die Action der Kette nicht im mindesten unterbricht. — Wer übrigens etwa in dem einseitig scheinenden Verhältniß des ungestörten Nerven *vv* in *Fig. 19.* zur Kette etwas besonderes vermuthen sollte, der verwandele diese *Fig.* in *Fig. 20.*, welche erfahrenere Experimentatoren ins Unendliche werden modificiren können; der Erfolg wird aber immer derselbe seyn.

§. 23.

So unleugbar es aber auch ist, daß in allen Fällen *Fig. 12. 19. und 20.* von dem in der Kette befaßten Nervenstück etwas nach dem Muskel hin, in dem Fall, daß diese contrahirt werden, propagirt werde, so möglich wäre es denn doch, daß ein von den Muskeln entfernteres Nervenstück seine Fähigkeit, jenes von der Action der Kette verschiedene Product, was nach den Muskeln geschickt und dort zur Contraction verwandt wird, auf Veranlassung dieses zu erzeugen, nur dadurch erst erhielte, daß es mit einem, mit den zu contrahirenden Muskeln in noch ungestörter organischer Continuität stehenden Nerven, ebenfalls ungestört organisch cohärente, daß also die Unterbrechung des Einflusses der Kette auf die Muskeln durch jene Umstände (Unterband, Durchschnitt) nicht von einer Isolation der Leitung eines bereits erzeugten zu Propagirenden herrühre, sondern viel-

mehr, daß dies zu Propagirende in diesem Fall überhaupt gar nicht erst erzeugt werde, und mit seinem Wegfallen nun jenes afficirte Nervenstück gar keinen gemeinschaftlichen Berührungspunkt mehr mit den Muskeln des Nerven, von dem es genommen war, habe. Und da wir einen Nerven nur in sofern erregbar nennen können, als er jenes zu Propagirende auf äufsre Veranlassung zu erzeugen im Stande ist, so würde dies überhaupt soviel heißen, als, das oberhalb dem Unterband oder Durchschnitt befindliche Nervenstück sey gar nicht mehr erregbar, und dieser Mangel an Erregbarkeit, nicht bloßer Mangel an Leitung eines etwan bereits Erzeugten nach den Muskeln hin, sey die wahre Ursache des Ausbleibens der Contractionen in den genannten Versuchen. Nach dieser Vorstellungsart wäre also der Nerve überhaupt nur vermöge seines ungestört organischen Zusammenhangs mit den Muskeln als erregbar anzusehen, und diese Ansicht gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man beynahe das nemliche auch für die Muskeln anzunehmen genöthigt ist, indem man mit von Humboldt sieht, wie sich auch diese, wenn man, soviel als möglich, alle Nervenzweige aus ihnen heraustrennt, auf die stärkste Galvanische Reitzung nicht mehr contrahiren, auch sie also durch ihre Trennung von ihrem Nerven ihre Erregbarkeit zu verlieren scheinen; und so wäre es nur der ungestört organische Zusammenhang der Nerven und Muskeln unter einander, welcher Erregbarkeit, und zwar beyder zugleich, möglich machte. Aber auch ein nicht mehr erregbares Nervenstück, was noch auf keine der obigen Weisen mit dem übrigen Nerven und seinen Muskeln außer organische Verbindung gesetzt ist, spielt überall, und in allen Rückichten die nemliche Rolle.

wie ein den Augenblick vorher noch in hohem Grad erregbar gewesenes, durch die vorgenommene Unterbindung oder Abtrennung durch den Schnitt aller seiner Erregbarkeit wahrscheinlich verlustiges Nervenstück; man sollte daher ferner glauben, daß mit der Erregbarkeit des einen von jenen beyden, des Muskels z. B., auch die des Nerven, mit der des Nerven auch die des Muskels gegeben, daß keine ohne die andere, und daß der Fall der einen auch der Untergang der andern, kurz, daß beydes nur Eine Erregbarkeit, Ein Gemeinschaftliches Zweyer Verschiedener, (vielleicht selbst nichts, als der Ausdruck des vollkommenen Wechselverhältnisses beyder,) sey, nur daß es sich bey jedem dieser Verschiedenen, eben ihrer Verschiedenheit wegen, für den Sinn auf eine andere Art äußert. — Das Wahrscheinliche, was diese Folgen aus jener Annahme haben, muß auf die Annahme selbst aufmerksam machen. Wir können daher nicht absolut gewiß sagen, Unterband und Durchschnitt unterbreche die Leitung des zur Muskelcontraction erforderlichen von dem gereizten Nervenstück nach ihm Strömenden; wir können jene Versuche vor jetzt überhaupt nicht benutzen, um etwas Bestimmtes über die Verschiedenheit der Leitung des im Nerven nach dem Muskel zu Propagirenden, und des dies zu Propagirende überhaupt erst Veranlassenden, zu seiner Entstehung Gelegenheit Gebenden, auszumachen. Wüßte man bestimmt, daß das im lebenden Nerven durch die Action der Galvanischen Kette erzeugte Höhere nach dem Muskel zu Propagirende sich von der gereizten Stelle aus nach allen Richtungen, und nicht etwa nur nach einer, nach dem Muskel, ausschließlich sich verbreitete, dann könnte allerdings Fig. 21. im Stande seyn,

die Isolation desselben, wenn es wirklich entstanden wäre, durch Durchschneidung des Nerven, zu Folge des durchgängig gleichen Verhaltens, auch durch Unterbindung desselben, zu beweisen, indem hier, wenn beyde Metalle *a* und *b* bloß an den einen der Nerven, an *nn*, gebracht werden, doch nur der zu ihm gehörige Schenkel *m* contrahirt wird, ohngeachtet das Ende des eben so erregbaren Nerven *vv* des Schenkels *μ* mit dem Ende jenes Nervens in eben der unmittelbaren Berührung steht, in welcher sich in *Fig. 13.* das von *nn* abgeschnittene Stück *vv* mit jenem *nn* befindet. So lange aber über jene Frage nichts entschieden ist, und andere Erscheinungen nicht ausschließlich für den einen von den zu Anfang dieses §. erwähnten möglichen Fällen gestimmt haben, werden wir nie die Zweifel vergessen dürfen, denen jeder derselben ausgesetzt ist, und der Lohn der Natur für dies Geständniß unserer Kurzsichtigkeit wird gewiß eben so groß seyn, als die Strafe für eine verstellte Einsicht in das, was wir nicht wissen.

§. 24.

Wenn indessen bis zur bessern Belehrung für die sämmtlichen bisher erzählten Erscheinungen bey Unterbindung und Durchschneidung des Nerven einen hypothetischen Vereinigungspunkt zu haben wünscht, um sie desto leichter mit Einem Blick aufzufassen und übersehen zu können, der wird sich dieselben sehr gut dadurch begreiflich machen können, wenn er, was am Ende ohne dies das Wahrscheinlichere ist, sich das Nervenstück oberhalb des Unterbandes als nicht mehr erregbar vorstellt. Wir fanden vorhin, als durchaus gewiß, daß sich die Action der Galvanischen Kette, ihr Gehalt,

nie über ihre Sphäre hinaus erstrecke. So wird sich also auch in jenen Fällen die Action nie über den Unterband hinaus erstrecken können, sobald er nicht mit in der Kette begriffen ist, und da es eine zur wirksamen Reizung unerläßliche Bedingung ist, daß der erregbare Nerv mehr oder weniger, immer aber doch wirklich, von der Action der Kette getroffen werde, so ist es einleuchtend, daß keine Contraction erfolgen könne, da diese Bedingung nicht erfüllt wird.

§. 25.

Was in allen den vorigen Erscheinungen auf Unterbindung oder Durchschneidung des Nerven erfolgte, dasselbe erfolgt auch auf jede, auf andere Art bewirkte Störung der organischen Continuität eines Nerven. Eine Menge Körper, besonders flüssige wirken Reizbarkeit vernichtend auf die sensible Faser, wie z. B. Alkalien, Säuren, mehrere Neutral- und Mittelsalze, Schwefelalkalien, u. s. w., wenn dieselbe ihrer Wirkung längere Zeit ausgesetzt wird. Aber diese Vernichtung ist nur örtlich, d. h., sie erstreckt sich nur so weit, als die zerstörende Flüssigkeit mit dem Nerven in Berührung stand. Eine auf diese Art deprimirte Stelle eines Nerven sey $\gamma\delta$ in Fig. 22. So wenig die zerstörende Wirkung der angewandten Feuchtigkeit sich über γ hinaus nach m zu erstreckt, so wenig sollte man es erwarten, daß sie es über δ hinaus, nach n hin, thäte. Demohngeachtet aber verhält sich das Stück δn ganz wie vv in Fig. 13. Eben so wird es sich verhalten, wenn $\gamma\delta$ durch eine sogenannte positive Galvanische Kette deprimirt ist. Ja in diesen, wie in den vorigen Fällen verhält sich $\gamma\delta$ selbst auf die nemliche Art. Denn eben daraus hatte man es abge-

nommen, daß es durch die Einwirkung jener Einflüsse deprimirt worden sey. — Die einstige wahre Erklärung der auf den Unterband oder Durchschnitt reizbarer Nerven erfolgenden Erscheinungen wird auch die Erklärung für die durch die letzteren Umstände veranlaßten seyn, und alles, was von jenen gilt, wird auch von diesen gelten müssen.

§. 26.

Alle zeitherigen Untersuchungen haben gelehrt, daß der Galvanische Reitz, die Action in der Kette, nothwendig einen mit seinen Muskeln noch in ungestörter organischer Continuität stehenden Nerven, und zwar an einer erregbaren (beym Unterband oder Durchschnitt z. B. an einer unterhalb desselben befindlichen) Stelle treffen müsse, um Contractionen der mit ihm connectirenden muskulösen Organe zur Folge zu haben. Dies Gesetz aber gilt nicht allein für diese Art Reitz, es bestätigt sich auch für jeden andern Reitz. Man weiß, daß mechanische Reitzungen durchaus unfruchtbar werden, wenn man den Nerven unterbindet, und die gereizte Stelle oberhalb den Unterband fällt. Hängt man die Enden sehr erregbarer Nerven in Weingeist, in Laugenfalzauflösungen oder in Schwefelalcaliaauflösung, so gerathen ihre Muskeln nicht selten in anhaltende und sich beständig erneuernde Contractionen und Krämpfe. Diese Wirkungen verschwinden sogleich, als man den Nerv zwischen dieser Feuchtigkeit und den Muskeln unterbindet oder durchschneidet, und von zwey dem Anschein nach in gleichem Grade erregbaren Schenkeln, von denen der eine diese Contractionen in ausnehmend heftigem Grade gab, sah ich den andern durchaus ruhig bleiben, als

ich seinen Nerven vor der Eintauchung in die deprimirende Flüssigkeit in der Mitte unterbunden hatte, und erst als ich ihn bis über den Unterband in die Flüssigkeit steckte, gerieth er in den ähnlichen Zustand. Auch electriche Reitzung ist unwirksam, wenn sie oberhalb des Unterbandes geschieht, und man sich hütet, zu starke Portionen Electricität anzuwenden, von denen sonst durch Zuleitung ein Theil den Nerven unterhalb des Unterbandes treffen, und ihn so wirksam reitzen könnte, ohne daß es unwahr sey, daß die Electricität, welche nicht über diesen Unterband in den erregbaren Nerven gelangt, sondern ihn nur oberhalb desselben trifft, ihn keinesweges dergestalt afficire, daß sich seine Rückwirkung durch Contraction seiner Muskeln andeuten könne. Man kann sich hiervon sehr leicht durch folgenden Versuch überzeugen. Man nehme zwey sehr lebhaftes Froschschenkel von gleicher Erregbarkeit, und trenne ihre Nerven bis ans Knie aus dem umgebenden Fleische heraus. Man lege an zwey verschiedene Stellen ihrer Nerven zwey Stücke Muskelfleisch, oder auch nassen Schwamm. Man lade eine kleine Leidner Flasche am Electrophor oder an der Maschine entweder nur schwach, oder man lade sie stark, entlade sie aber in diesem Fall nachher wieder, so daß bloß das Residuum in der Flasche zurückbleibt. Man überzeuge sich davon, daß beyde Schenkel sehr empfindlich für diese Electricität seyen, indem man den Finger der einen Hand auf das eine Stück Muskelfleisch, z. B. auf *a* in Fig. 23., und darauf den Knopf der Flasche, die man in der andern Hand hält, auf das andere Stück Muskelfleisch *b* bringt; beyde werden starke Zuckungen, und bey unterbrochener und wiederhergestellter Verbindung zu wiederholten

Malen, erleiden. Man unterbinde den Nerven des einen von ihnen zwischen *b* und *m* *Fig. 24* in *u*, lade die Flasche von neuem, und entlade sie auf die beschriebene Art. Der Schenkel in *Fig. 24*. wird selbst bey Entladungen, die der in der Kette begriffenen Person schon merkliche Stöße geben, sich nicht rühren, indess unendlich schwächere Ladungen in *m* *Fig. 23*. die stärksten Contractionen bewirken. Ladet man aber die Flasche stärker, so daß die Stöße schon beträchtlich werden, so wird auch *m* in *Fig. 24*. bey der Entladung etwas mitzucken, meist aber wird dies nur bey der erstern stärken, nicht bey den darauf folgenden schwächern mehr, geschehen. — Bisweilen gerathen Froschschenkel von selbst in Contractionen, ohne daß man eben die Ursache davon einfähe. Ich habe einigemal gesehen, daß diese Bewegungen lebhafter wurden, wenn ich das palpitirende Organ fortdaurend anhauchte; gleichsam als bliesse man die Flamme des Lebens an. Ich weiß nicht, ob der Sauerstoff der Atmosphäre die Veranlassung zu jenen freywilligen Bewegungen gewesen sey, und ob jeder andere warme feuchte Wind einerley Wirkung mit dem Hauch insofern habe, als in gleichen Zeiten das Organ mit mehr Sauerstoff, als bey ruhiger Luft in Berührung gesetzt wurde, und also jene Contractionen in Sauerstoffreicherer Luft häufiger gewesen, in Stickstoffgas und Kohlenstoffsaurem, oder jedem anderen, nicht Sauerstoff, oder ihn doch stark gebunden haltenden, Gas unterbrochen seyn würden; aber ich habe sie sogleich aufhören sehen, als ich den Nerv ganz nahe am Muskel unterband, oder durchschnitt. Eben so hören unter diesen Umständen die Bewegungen auf, in welche muskulöse Theile von selbst gerathen, deren Nerven man längere Zeit mit schwacher Electrici-

tät behandelt hat, Versuche, von denen in der Folge weitläuftiger die Rede seyn wird.

§. 27.

Im Vorigen war von der Reitzung der Nerven insofern die Rede, als sich ihr letztes Product als Contraction erregend für die Muskeln äußert. Aber was allen jenen Arten von Reitzung in dieser Rücksicht gemeinschaftlich zukam, gilt auch für dieselbe, insofern sich jenes Product für das zusammenhängendere organische Ganze als Empfindung äußert. Es ist bekannt genug, wie die sogenannte Fortpflanzung der Empfindung in lebenden Nerven sogenannt isolirt wird, oder bestimmter, wie die Empfindung in solchen Theilen aufhört, deren Nerv unterbunden oder durchschnitten wird. Es wäre möglich, daß eben durch diese Unterbrechung oder gleichsam Absonderung des einen Theils des Nerven als solchen vom andern, der unterhalb dieser Absonderung befindliche Theil, diese Empfänglichkeit für Reitze als Empfindung erzeugend, eben so verlöre, wie es von dem Nervenstück oberhalb des Unterbands in Rücksicht seiner Empfänglichkeit für Reitze als Contraction veranlassend, wahrscheinlich ist. Die Bedingungen für beyde Empfänglichkeiten aber müßten dann wohl von einander verschieden seyn, wenn man z. B. bey organischen Wiedervereinigungen durchschnittener Nerven meist nur die letztere, gleichsam die niedere von beyden, wiederkehren sieht, welche Verschiedenheit bereits durch den Gegensatz der Punkte, auf welche beyde sich beziehen, daß nemlich bey der Unterbindung eines Nerven die Stelle oberhalb des Unterbands isolirt ist von dem Nerven unterhalb desselben in Bezug auf die Fähigkeit, durch

Affection seiner, Contractionen in den zu ihm gehörigen Muskeln zu geben, und die unterhalb desselben es eben so ist von dem oberhalb desselben in Bezug auf die Fähigkeit, durch Affection seiner, Empfindungen zu veranlassen, wo also der eine Fall gerade der Entgegengesetzte vom andern ist, Wahrscheinlichkeit erhält. Es ist nicht unser Geschäft, uns in weitere Untersuchungen hierüber einzulassen, es war uns bloß darum zu thun, auf die Einheit aufmerksam zu machen, die in allen jenen Erscheinungen herrscht, und die Wichtigkeit bemerken zu lassen, welche ein Versuch, von einem der Sache Gewachsenen unternommen, haben müßte, der darauf ausginge, diesen Punkt, um den sich eine so große Mannichfaltigkeit von Erscheinungen anhäuft, in ein helleres Licht zu setzen.

§. 28.

Wir wenden uns wieder zu jener Propagation der Veränderung, welche in einem reizbaren Nerven durch einen äußern Reitz, in unserm Fall durch Galvanismus veranlaßt, sich nothwendig nach dem Muskel fortpflanzen muß, um ihn in Contractionen zu versetzen. Wir untersuchen die Natur jener Veränderung, was man darunter so gern verstanden haben will, wie wir bereits erwähnt haben, so wenig, als wir uns bisher um das Wesen des Galvanismus selbst bekümmerten. Alles was wir von den Dingen kennen, ist ihre Qualität, und auf einem höhern Standpunkt zeigt sich, daß außer dieser Qualität das Ding nichts sey. Mit der Kenntniß des Umfangs der Qualität eines unbekannten Etwas, werden wir auch dieses Etwas selbst so weit kennen, als uns möglich seyn wird; und so haben wir auch an jener

Veränderung zunächst nur ihre Qualität, d.i. ihr Verhalten zu andern Dingen, es sey positiv oder negativ, aufzufuchen. Ist es von dem Verhalten eines Zweyten zu den nemlichen Dingen verschieden, so ist auch gewiß dieses Ding selbst, wie es einstweilen heiße, von dem Zweyten verschieden, und mehr wünschen wir vorerst nicht zu wissen.

§. 29.

Alle Propagation ist an gewisse Bedingungen gebunden; das Homogene an homogene, das Heterogene an heterogene. Diese Bedingungen drücken selbst ein bestimmtes Verhältniß dessen, in und an dem die Propagation geschieht, zu dem, was propagirt wird, aus, und dieses Verhältniß eben ist, so gewiß es dies ist, ein qualitativer. So hängen also auch die Bedingungen der Leitung mit der Qualität des zu Leitenden zusammen, und mit der Kenntniß derselben haben wir uns auch der Kenntniß des letztern um einen Schritt genähert. Wir werden daher jetzt diese Leitungsbedingungen für die Propagation jener bereits von der in der Galvanischen Kette, als solcher, vorhandenen unterschiedenen Wirkung auffuchen und sie mit denen der letztern vergleichen, um auch aus diesem Gesichtspunkt über die Homo- oder Heterogeneität dieser Actionen selbst, etwas entscheiden zu können.

§. 30.

Die Intensität jenes Etwas, was in der reizbaren Nervenfaaser nach dem Muskel fortgepflanzt wird, wird beurtheilt aus der Intensität der Contraction des Organs. Würde jene Intensität geschwächt, so würde sicherlich

auch diese abnehmen, und jene Schwächung würde Statt haben, wenn die Extension der leitenden Masse vermehrt würde, und wo sie nicht zunimmt, wird auch jene Intensität die vorige bleiben. Aus dem Gleichbleiben dieser läßt sich also mit Gewissheit das Gleichbleiben jener abnehmen, und wir können von äußern Substanzen, welche mit dem Nerven vorher in Berührung gebracht, die Intensität jener Wirkung nicht schwächen, mit Recht sagen, daß sie jenes Fortgepflanzte nicht abgeleitet, daß sie sich selbst nicht einmal mit dem Nerven in dasselbe getheilt haben. Nun sehen wir aber wirklich, daß, wenn in *Fig. 1.* die Contraction eine gewisse Größe hatte, wenn *a* und *b* mit einander in Berührung kamen, diese Contraction nicht im mindesten geändert erscheint, wenn in *Fig. 25.* *n* unterhalb *b* mit Muskelfleisch, mit Wasser, nassem Schwamm, Eisenfeile, kurz irgend einem feuchten oder trockenen Leiter oder Nichtleiter des Galvanismus dergestalt umgeben wird, daß er ihn überall berührt, ohne jedoch dem Punkt, wo *b* mit dem Nerven in Verbindung steht, allzunahe zu kommen, oder ihn gar zu berühren, wodurch wohl leicht die Kette durch Veränderung ihrer Construction und Sphäre, und damit ihrer Action, ja selbst das von dieser Action getroffene Nervenstück durch jene Erweiterung ihrer Sphäre und mit diesem nothwendig auch der Grad von Affection des Muskels, die sich (wenn sie ein gewisses *x* überschreitet) als Contraction äußert, ganz andere, wie vorhin, werden könnten. Eben so wenig ist der Erfolg geändert in *Fig. 26.*, und selbst in *Fig. 27.* und *28.*, wo *c, d*, zwey beliebige homo- oder heterogene Körper seyn können, die mit *n* oder in *Fig. 28.* mit *n* und *m*, eine mehr oder weniger wirk- oder

unwirkfame, vor der Schließung von *ab* geschlossene Kette bilden können, habe ich bis jetzt noch keinen bemerkbaren Unterschied der Contraction von der in *Fig. 1.*, 25. und 26., wahrnehmen können, sobald nur die erstere Kette nicht schon zu lange auf *n* gewirkt, und so gradweise herbeygeführt hatte, was in seiner Totalität alle wirkfame Reitzung des Nerven oberhalb *c* unmöglich macht, und von dem wir bey Gelegenheit der *Fig. 22.* bereits gesprochen haben, — wo demohngeachtet aber bey einem und demselben Schenkel die Wirkung nach der Wegnahme der obern Kette dieselbe, also nicht gröfser seyn würde, als beym Anliegen derselben. Alle diese Substanzen leiteten also sämmtlich in der That nichts von jenem Fortzupflanzenden ab. — Aber es kam vielleicht nur daher, weil nur Nerven diese Leitung möglich machen. Wir bringen also mit *n* den oder die Nerven *vv* *Fig. 29.* eines oder mehrerer Froschschenkel μ, μ in Berührung, und weil im Fall einer wirklichen Ableitung durch sie, die Muskeln derselben durch das Abgeleitete in Contraktionen versetzt werden würden, sobald ihre Erregbarkeit hoch genug ist, so nehmen wir sie so erregbar, als wir nur können. Wir schliessen die Kette am oberen Nerven mit *ab*; aber auch nicht die mindeste Schwächung der Bewegung von *m*, so wenig, als eine Spur von Contraction der Schenkel μ, μ ist zu bemerken. Das Resultat ist um nichts anders in *Fig. 30.*, wo noch die Schenkel sich unter einander berühren, und eben so wenig ist es in *Fig. 31.* ein anderes, die Nerven *vv* mögen an *m* anliegen oder nicht. Auch würde man nichts bemerken, wenn in *Fig. 29.* die Nerven *vv* nicht mit *n*, sondern mit *m*, in Verbindung ständen, denn die leichte Contraction, die μ, μ unter diesen Umständen,

und so auch in *Fig. 31.* bisweilen erleiden können, sind einzig der von der Bewegung der Muskeln *m* erzeugten mechanischen Reitzung der Nerven „,“ zuzuschreiben, da sie sogleich wegfallen, als diese unmöglich gemacht wird. (Eben so können auch Schenkel contrahirt werden, deren sehr erregbare Nerven wie in *Fig. 29.* auf *n*, oder selbst auf *m* liegen, aber dazu ist durchaus erforderlich, daß diese Nerven mit der Action der Galvanischen Kette, so wenig es auch immer seyn möge, in Conflict kommen, und dann ist durchaus nicht Ableitung dessen, von dem hier die Rede ist, sondern Affection des Nerven auf eben die Art, als in *n* Statt hat, wodurch jenes nach dem Muskel unabhängig von der Kette zu Propagirende allererst in „,“ erzeugt, nicht aber aus *n* in dieselben übergeleitet wird; welche Fälle durch *Fig. 32.* und *33.* ausgedrückt werden, und mannichfaltiger Modificationen fähig sind.)

§. 31.

Alle diese Fälle, deren Grundschema sich unter sehr verschiedenen Gestalten wiederholen kann, zeigen nicht eine Spur von Ableitung jenes nach den Muskeln Propagierten, welches wir künftig, des kürzern Ausdrucks wegen, beständig mit dem Buchstaben *N* bezeichnen wollen, an. Es ist durchaus an den Nerven, in dem es entsteht, geknüpft; nie kann es ihn verlassen, welcher Körper ihm auch dargeboten werde. Im Nerven selbst kann es nur seinen Ort verändern, insofern die Theile desselben ungestört organisch continuirlich zusammenhängen; es ist keinesweges bloß mit der Continuität zufrieden, die wir in der anorganischen Natur Verbindung durch Cohärenz nennen, (denn diese wird ja doch beym

Unterbinden eines Nerven nicht aufgehoben;) es fordert noch mehr, es fordert totale Continuität dessen, was die Organisation im Nerven bereitet hat, ja es scheint, als sey sogar der Nerv nur so lange für dasselbe Behälter und Leiter, als in ihm das Bereiten desselben im Gange sey; kurz es fordert Bedingungen, die mit nichts Anderem, sondern blofs mit sich selbst in Vergleichung gesetzt werden können, die man blofs kennen lernen kann, indem man die Phänomene, deren Resultat ihre Kenntniss ist, selbst beobachtet, und über sie reflectirt, da jene Bedingungen für uns selbst erst durch das durch sie Bedingte characterisirt werden, so lange wir keine tiefere Einsichten in die Physiologie der Nerven haben. — Aber so gewiss eben dieses N, den einen Factor zur Muskelbewegung abgiebt, muß es bis zur zu contrahirenden Muskelfaser fortgepflanzt werden, und mit ihm in unmittelbare Berührung kommen. Dies scheint der einzige Versuch, den es beginnt, dem Nerven zu ent-schlüpfen, und wieder zu dem zurückzueilen, dem es die Möglichkeit seiner Entstehung im Nerven zu verdanken scheint, und auch noch hier wird es gelockt, durch die organische Continuität des Nerven mit dem Muskel. Aber dieser Versuch kommt ihm theuer zu stehen. Kämpfend wird es von der reizbaren Faser empfangen und die Contraction derselben ist der Ausdruck ihres Triumphs über den Untergang jenes. Und so wäre denn jede Aussicht vereitelt, dieses N, ohnstreitig das Nervenfluidum der ältesten Zeiten, je dem Sinne anschaulich zu machen, und es näheren Untersuchungen zu unterwerfen. Ewig unfern Sinnen verborgen, ist es ewig nur in seinen Folgen erkennbar, und einfach wie diese, auf immer aller Analyse entzogen. Es kennt keinen an-

dem Aufenthalt, mit dem seine Existenz bestünde, als den Ort seiner Geburt, und noch zuletzt wird er sein Grab. Jeder Versuch, sich von ihm loszureißen kostet ihm sein Daseyn, und jeder Versuch, es im Nerven selbst näheren Prüfungen zu unterwerfen, führt seine Vernichtung unvermeidlich herbey.

§. 32.

Aber das Dunkel, in welches sich die Natur hier verhüllt hat, wird noch dichter, ihre Stille noch feyerlicher, wenn man bedenkt, daß ein ähnliches N, dessen Entstehung und Leitung, durch dieselben, wenn nicht, wie es scheint, durch noch höhere Bedingungen begründet wird, daß auch ein ähnliches N der Erregung jeder Empfindung coexistirt. Der Sitz der Empfindung sey ein bestimmter oder nicht, und im ersten Fall, welcher und wo er nur wolle, so muß doch, so sicher sich auch höhere Qualitäten des lebenden Ganzen immer mehr und mehr zu Einem vereinigen, und die höchste von ihnen zum gemeinschaftlichen Repräsentanten aller Theile des Ganzen gegen die Außenwelt wird, die zunächst an einzelnen Stellen zum organischen Ganzen gehöriger Nerven hervorgebrachte Veränderung, oder ihr Product, was, auf welcher Stufe es auch stehe, doch, wenn es das letzte ist, ebenfalls zunächst an dieser Stelle entsteht, durch die übrigen Theile des Nerven fortgepflanzt werden, um dem Ganzen die Veränderung bemerkbar zu machen; die durch jene Einwirkung in dasselbe gebracht ist. Das Gehirn, und was gleiche Functionen mit ihm hat, ist, insofern es mit dem geringsten Nerven ungestört organisch cohärrt, in Bezug auf Erregung von Empfindung, für diesen Nerven dasselbe, was der Muskel

unter ähnlichen Umständen, in Bezug auf Muskelbewegung, für ihn ist. Mit der Trennung dieses Zusammenhangs durch die nemlichen Mittel, durch welche der Zusammenhang in Bezug auf die letztern getrennt wird, ist auch jene Fortpflanzung unterbrochen, sehr wahrscheinlich, weil nichts Fortzupflanzendes mehr producirt werden kann; und ist das wirklich Entstandene einmal in der Propagation begriffen, so ist, wie dort, so auch hier, nichts uns Bekanntes mehr im Stande, es abzuleiten, und gewiss ist die Empfindung für seine Vernichtung (Aufhebung durch Gegensatz) dasselbe, was die Contraction des Muskels für den Untergang des ihm zuflömenden N ist.

§. 33.

Bedenkt man aber noch ferner, dass alles, was zu unserer sinnlichen Wahrnehmung gelangt, nur dazu gelangt durch das Medium der Nerven; dass sich alle Affection unseres Körpers, um sie für das Ganze zu werden, zuletzt in dasjenige auflöst, von dem wir bisher gesprochen haben; dass alles seine Form erst annehmen muss, ehe es unser wird: dann gewährt dieses Unbekannte, gleichsam das Band zwischen Körper und Geist, die Brücke vom Geist zur Materie, von neuem ein Beispiel, wie weit wir oft entfernt seyn können von dem, was uns am nächsten liegt. Als wär's gleichsam ein Factor zur Construction unsers Bewusstseyns, war es wohl zu verzeihen, wenn man zu jeder Zeit es mit dem Licht in Vergleichung zu setzen versuchte; denn was ist doch unter dem Lichtstrahl von uns anders gemeint, als Etwas, das Wissen vermittelt, und was ist Sehen wohl anders, als ein Wissen von etwas? „Es geht mir

ein Licht auf“ sagt so wahr als schön der gemeine Mann, wenn er andeuten will, es sey ihm ein neues Wissen entstanden, er habe Kenntniss erlangt von etwas, was ihm bis jetzt unbekannt war, und Licht, die Erscheinung, (was genau zu unterscheiden ist von seinem einen Factor, dem Lichtstrahl, der noch keinesweges selbst Licht ist,) was ist es anders, als Bewusstseyn von etwas, und was ist alle Empfindung für mich, wenn ich nicht ihrer bewußt bin, was ist sie ebenfalls anders als ein Bewusstseyn von etwas? — Wer weiß nicht ist der Lichtstrahl (schwerlich wohl selbst etwas Materielles, Seyendes, sondern reine Thätigkeit bloß oder Werden, recht eigentlich das Nervenfluidum der größern Natur) jenem Unbekannten unter allen Influenzen von außen, welche den Sinn zu rühren vermögen, am nächsten verwandt, und vielleicht sind alle Sinne nur durch die Höhe der Gradleiter von einander verschieden, welche das, durch die äußere Influenz zunächst im Organ bewirkte Product, bis zur Auflösung in jenes Höhere zu durchlaufen hat; und dann ist merkwürdig genug, wie im Auge dieses Product auf seiner ersten Stufe schon unmittelbar in den Nerven selbst fällt, indess in allen übrigen es den Nerven erst mehr oder weniger mittelbar trifft. Vielleicht liegt hierin wenigstens eben so sehr, als in dem eignen Verhältniß der Nerven jedes Sinnes zum ganzen Organismus, und darum seiner eignen Organisation der Grund davon, daß nur im Auge der Lichtstrahl zu dem, was wir unmittelbar Licht nennen, und sonst in keinem andern Organ, wird.

§. 34.

(Sollte man nicht, da man in der anorganischen Natur überall, wo Lichtstrahlen geschwächt, wo sie aufgeho-

ben werden, Wärme entstehen sieht, und sicher das strahlende Licht bey seiner Absorption vom organischen Körper, auſſer im Auge, überall Wärme zum Product giebt, und ſo als gebundenes Licht, als Wärme, erſt den Nerven rührt, und die Entfernung der nächſten Veränderung, welche der Nerve erleidet, von der, in welche ſie zuletzt übergetragen werden muß, ſicher hier größer wird, als wenn der Act der Bindung des Lichts unmittelbar in den Nerven ſelbſt, wie im Auge, fällt, dem Lichtſinn des Auges, einen Wärmefinn des ganzen übrigen Körpers entgegenſetzen müſſen, um ſo mehr, da wirklich ſchon Erfahrungen vorhanden ſind, welche darzuthun ſcheinen, daß die Wahrnehmbarkeit der Wärme im Bewußtſeyn des organischen Ganzen, (das Wärmegefühl,) an Bedingungen geknüpft iſt, welche verſchieden ſind von denen, welchen die Wahrnehmbarkeit jeder andern Affection des Körpers, (das Gemeingefühl,) unterworfen zu ſeyn ſcheint, indem letztere aufgehört haben kann, indess die erſtere noch vorhanden iſt? Denn mit der Verſchiedenheit der Bedingungen iſt doch auch das Bedingte verſchieden, und die Bedingungen der letztern ſind doch wohl verſchieden, wenn, alles äußere gleich, jene Wahrnehmung wegfällt, und verſchieden von denen der erſteren, wenn mit dem Wegfallen dieſer Bedingungen nicht auch die erſtere fehlt, ſondern noch da iſt, ihre Bedingungen folglich ebenfalls noch gegenwärtig ſind. Das gleichzeitige Vorhanden- und Nichtvorhandenſeyn ein und derſelben Bedingungen wäre aber in der That ein ſehr großer Widerſpruch. — Daß übrigens für den ganzen organischen Körper der Einfluß des Lichts ganz andere Wirkungen äußert, wie der Einfluß der Wärme, ob beyde gleich die Nerven des

erstern unter derselben Gestalt, als Wärme nemlich, treffen, rührt wohl einzig daher, daß im ersten Fall der Körper selbst zur Erzeugung der Wärme einen Factor hergiebt, indess er im zweyten bereits die fertige Wärme empfängt; wie viel aber diese Umstände ausmachen können, lehrt die anorgische Natur in unzähligen Fällen. Vielleicht gehört zu den Wirkungen der erstern Art die eigne Empfindung, welche Saussure und seine Begleiter, der Wirkung eines ungeschwächten Sonnenlichts bey der größten äussern Kälte, auf dem Gipfel des Mont-blanc ausgesetzt, empfanden, die Sonnenstiche, u. s. w. und eine künftige Zeit wird lehren, ob nicht selbst die Bedingungen für die Wahrnehmung dieser Art Einwirkung des Lichts, obschon sich dies Licht, wie in jedem andern Falle, in Wärme auflöst, wiederum verschieden sind, von den Bedingungen des Sinnes für Wärme, wenn die Wärme den Körper als fertige Wärme trifft. Es wird immer nützlicher seyn, unter Gegenständen dieser und ähnlicher Art, so viel, als möglich, zu trennen, als sie mit einander vermengt zu lassen; und wär es auch wahr, wie es immerhin seyn mag, und wir selbst wahrscheinlich gemacht haben, daß sich die verschiedenen Weisen, auf welche äussere Einwirkungen zu unserm Bewußtseyn gelangen, zuletzt in Eine höhere gemeinschaftliche auflösen, so werden wir doch in der That um nichts weiter kommen, wenn wir nicht auf die Verschiedenheit derselben in niederen Rücksichten die gehörige Aufmerksamkeit wenden, denn nur so können wir hoffen, jedes Glied allmählich dem Platze zu nähern, den es in der allgemeinen Verkettung aller Erscheinungen wirklich einnimmt.)

Wir haben das N, zu dessen nothwendiger Annahme wir durch die Erfahrung unmittelbar hingeführt wurden, in Bezug auf die Bedingungen seiner Leitung näher betrachtet, und schon die über alles gehende Einseitigkeit dieser Bedingungen muß auf eine große Verschiedenheit derselben, von denen des, in der Galvanischen Kette, als solcher, Fluctuirenden, der Galvanischen Action, hindeuten. Wir sehen die Galvanische Kette aus so mannichfaltigen Gliedern zusammengesetzt, und diese Zusammensetzung ist sogar nothwendig, wenn sie wirksamer Art seyn soll. Nirgends ist Continuität ihrer Glieder nothwendig, alle berühren sich nur, und dieselben Umstände, welche jenes N seiner Vernichtung entgegen reissen, sind der in der Galvanischen Kette vorhandenen Wirksamkeit durchaus gleichgültig. Aber sind sie ihr das nur darum vielleicht, weil sie selbst sich ebenfalls nie über die Grenzen des einen Gliedes der Kette, und vielleicht eben des thierischen Theils, des Nerven, erstreckt? — Aber wie soll man sich alsdann den Einfluss deutlich vorstellen, welchen die übrigen oft Fusse und Ruthen weit von den erregbaren Theilen entfernten übrigen Glieder der Kette oft auf jene Wirksamkeit haben? Diese erstreckt sich doch in der That über die Unterbrechung der Continuität hinweg, fordert nichts, wie bloße Contiguität der leitenden Glieder der Kette, und vielleicht weist es sich aus, daß eben nur dieser gegenseitige Einfluss aller Glieder der Kette auf einander, eben das ist, was wir Galvanische Wirksamkeit nennen. Nicht Contiguität einmal ist es, was das N des Nerven zum Uebergang in einen andern Körper, sey er auch mit dessen Vernichtung begleitet, anreizen

könnte, sondern selbst wiederum nur Continuität, und zwar Continuität des Heterogenen (des Nerven und des Muskels) ist einzig, was dies N zu einem Versuch bestimmt, die Continuität des Homogenen, des Nerven, zu verlassen. Aber wo sind wir je so glücklich gewesen, wo haben wir noch für die Zukunft einige Hoffnung dazu, nur das Geringste vom Nerven verschiedene Atom mit ihm in ächte Continuität zu versetzen? Nie also werden wir dieses N über die Grenze des Nerven entfernen können, wenn es auch möglich wäre, daß, obgleich es hierbey vernichtet würde, etwa der Act dieser Vernichtung der Anfang zur Galvanischen Wirksamkeit wäre, da ein Uebergang, der zu dieser Vernichtung so nöthig ist, ganz und gar nicht einmal möglich ist. Aber jeder Einfluß des Einen aufs Andere, und des Andern aufs Eine, reducirt sich auf das wechselseitige Setzen ins Gleichgewicht des in beyden dynamisch Beweglichen, und dynamisches Setzen ins Gleichgewicht zweyer Verschiedenen ist gleich der Vernichtung der Individualität beyder, in-
 des ein Drittes gebildet wird, welches weder des Einen noch des Andern seine Individualität mitnimmt, und alle Vernichtung in der Natur geschieht nach einerley Schema; ja das scheinbar fortdauernde Einfließen eines fortdauernd Beharrenden rührt selbst bloß daher, daß ein, dem Einfließenden sich in seinem Einfließen Vernichtenden, Gleiches, im selbigen Augenblick neu entsteht, die Stelle des vorigen einnimmt, und so der Proceß für den zweyten Moment derselbe, wie für den ersten, und bey fortdauernder Wiederholung der Wiedergeburt des Vernichteten, auch für die folgenden Augenblicke permanent wird, welche Identität des Processes, ob dieser schon in jedem Mo-

ment durch absolut Anderes bestimmt ist, den Schein von permanirendem Einfluß, permanirender Individualität giebt. — So könnte demnach nur das auf unser N Einfluß haben, was mit seinem Behälter und Leiter in unmittelbarer Continuität steht, d. i., nur der mit dem gereizten Nerven organisch verbundene Muskel. Kein Glied der Kette, allein, noch in Verbindung mit andern, wäre im Stande, auf dasselbe, so wenig als dieses N auf jene, zu influiren; nirgends bieten sie sich einen gemeinschaftlichen Berührungspunkt dar; und wie sollte auch das N des Nerven Theil der Wirksamkeit der Kette seyn können, da es dieser ja selbst erst seine Entstehung verdankt. Es ist also streng erwiesen, daß dieses N nichts mit der Action der Kette gemein hat, noch weniger, daß es einen Theil desselben ausmachen könne. Es ist absolut von ihr verschieden.

§. 36.

Aber wir werden noch mehr Gelegenheit haben, von anderen Seiten das ausnehmend verschiedene Verhalten beyder zu beobachten. Wir kommen hier auf eine Reihe Erscheinungen, welche alle zu erklären, oder auf allgemeine Sätze zu reduciren, ich vor jetzt noch nicht im Stande bin, und die ich bloß darum anführe, daß sie theils zeigen, welchen Modificationen die Action der Kette als solcher unterworfen sey, von denen die von uns mit N bezeichnete Thätigkeit des Nerven nichts weiß, theils aber zu weiterer Auseinandersetzung und Vervielfältigung derselben Gelegenheit geben, um recht bald alle die nützlichen Folgen genießen zu können, die sicher aus ihrer Lösung hervorgehen werden.

§. 37.

Man erinnert sich noch, daß, wenn in *Fig. 13.* die beyden Armaturen des Nerven oberhalb des Unterbands angelegt wurden, alle Contraction wegfiel, daß sie sich aber wieder einfand, wenn die Armatur *b*, d. i., die den Muskeln zunächst liegende, bis an den Unterband heran, wie in *Fig. 12.*, oder mehr oder weniger über ihn herunter, wie in *Fig. 9. bis 11.*, oder endlich mit den Muskeln selbst in Berührung gebracht wurde, wie in *Fig. 14.* So werden sie auch nicht fehlen, wenn *b* die Muskeln *m*, die zu dem unterbundenen Nerven gehören, nicht unmittelbar armirt, sondern durch einen andern leitenden Körper feuchter, (oder unter gewissen Einschränkungen auch fester) Art, mit ihnen in Berührung gesetzt wird, und dieser zuleitende Körper kann selbst wieder ein dem vorigen bis auf die Unterbindung ähnliches Organ seyn, wie μr in *Fig. 34.*, nur daß dann bey der Schließung der Kette mit *ab*, auch μ im Verhältniß seiner Erregbarkeit und der Länge der frey präparirten erregbaren Nerven, zugleich mit contrahirt wird. Schon Valli aber bemerkte, daß *m* sich unter diesen Umständen zu bewegen aufhörte, wenn der Unterband *n* ganz an den Muskel *m* herangerückt, oder ein neues an die Stelle von *mn* gelegtes Organ gleich anfangs an *m* unterbunden, die *Fig. 34.* also in *Fig. 35.* verwandelt wurde, und bloß der Schenkel der rechten Seite bewegte sich noch. Präparirte er jetzt die Nerven *n* weiter aus *m* heraus, indess der Unterband an seiner alten Stelle am Nerven blieb, wodurch die *Fig. 34.* wieder hergestellt wurde, so bewegte sich *m* von neuem, blieb aber von neuem in Ruhe, sobald der Unterband wieder an den Muskel herangeschoben wurde. (S. Hufeland's und

Göttling's Aufklärungen d. Arzneywiss. B. 1. St. 1. S. 90. 91. 100. St. 2. S. 181.) Hr. Pfaff, der diese Versuche bestätigt fand, vermehrte sie noch mit einigen neuen. Er legte unter den Nerven von dem Unterband an bis hin zu den Muskeln ein nasses Schwammstück *s* Fig. 36., und suchte so einen Theil dessen nachzuahmen, was bey dem Zurückschieben des Nerven bis an den Unterband in Fig. 35. ganz geschieht, und wirklich war auch die Contraction bey der Schließung der Kette viel schwächer, als in Fig. 14. Dieselbe Schwächung bewirkten auf ähnliche Art an den Nerven gebrachte Unterlagen von Metallen, und zwar in einer merkwürdigen Ordnung, so nemlich, daß die mit Zink in der Galvanischen Kette am stärksten wirkenden Metalle, wie Gold, Silber, u. dergl., hier die größte Schwächung, die mit jenem Metall am schwächsten wirkenden aber, wie Zinn, Bley, u. s. w., die geringere Schwächung bewirkten. Berührten diese verschiedenen Unterlagen die Muskeln nicht zugleich mit, wie in Fig. 37., so war die Schwächung nicht so beträchtlich, und sie nahm in dem Grade ab, als die Länge des zwischen der Unterlage und den Muskeln bloß liegenden Nervenstücks *n* zunahm. (S. Pfaff üb. thier. Electr. u. Reitzbarkeit. Leipz. 1795. S. 32 — 34.) Hr. v. Humboldt wiederholte Valli's und Pfaff's Versuche mit dem nemlichen Erfolg. Er hob in Fig. 36. alle Wirkung auf, wenn *s* ein den Nerven bis an den Unterband überall umgebendes Stück Froschleber war, wodurch Fig. 37. entstand. (S. v. H's. Verf. üb. d. ger. M. - u. Nervenfafer. B. 1. S. 207 — 209.) Meine eignen Versuche haben mich gelehrt, daß diese Dämpfung der Muskelbewegung, selbst bey der höchsten Erregbarkeit

des Nervenstücks *n.* und den sonst stärksten Graden von Action in der Kette, beständig total wird, sobald man nur dafür sorgt, daß vor allem der Unterband *u* um und um durch, nicht zum Nerven gehörige, leitende Masse mit seiner Unterlage in Verbindung gesetzt wird, und dann ist auch nicht gerade nur Froschleber, welche v. Humboldt anwandte, sondern auch jeder andere thierische Theil, z. B. frisches feuchtes Muskelfleisch, eben so gut dazu geschickt. Trennt man z. B. die Cru-ralnerven eines Froschschenkels bis an das Knie desselben heraus, ohne das dadurch mit ihm außer unmittelbare Verbindung gesetzte Muskelfleisch des Oberschenkels wegzuschneiden, unterbindet jetzt diesen Nerven an irgend einem Punkte, und armirt ihn oberhalb des Unterbandes, und mit dem andern Metall die Muskeln, so hat man die stärkste Bewegung, die sogleich gänzlich wegfällt, wie man den Nerven wieder in jenes Muskelfleisch bis zu und mit der unterbundenen Stelle einpackt. Daß übrigens dieses Muskelfleisch noch mit dem untern Theile des Schenkels in (organischer) Verbindung steht, thut nichts zur Sache, da der Erfolg derselbe ist, mit demselben losgetrennten, oder mit Muskelfleisch, von jedem andern Theile und Thiere genommen.

§. 38.

Es ist sehr merkwürdig, daß auch die feuchten und flüssigen Körper hier Unterschiede in ihrer Fähigkeit, die Wirkung zu schwächen und aufzuheben, auf dieselbe Art zeigen, wie Hr. Pfaff es von den festen entdeckte. Unter den thierischen Substanzen scheint das Muskelfleisch dieselbe im stärksten Grade unter allen zu

besitzen, da mir mit ihm die gänzliche Aufhebung aller Muskelbewegung bey jedem Grade gewöhnlich vorkommender Erregbarkeit der Organe, fast jederzeit gelungen ist, sobald ich nur darauf sah, daß die Stelle des Unterbandes von allen Seiten von dem Muskel berührt wurde. Stellte ich denselben Versuch mit Wasser dergestalt an, daß ich den Obertheil eines Froschschenkels mit seinen Nerven bis etwas über den Unterband in ein Glas mit Wasser eintauchte, und nun den unteren, auf dem Wasser befindlichen Theil des Organs und den ebenfalls aufser dem Wasser befindlichen Nerven oberhalb des Unterbands, durch die gewöhnlichen Metalle verband, so sah ich gewöhnlich zwar dieselbe Ruhe, wie im vorigen Versuche, ich erinnere mich indessen, bey höherer Erregbarkeit des Organs Fälle gehabt zu haben, wo unter diesen Umständen die Contractionen, obschon schwach, erschienen, wenn sie den Augenblick vorher unter jene Umstände versetzt, d. i. der Nerv bis an den Unterband in Muskelfleisch eingepackt, völlig wegblieben. Man kommt dem positiven Erfolg des letztern Versuchs in Wasser noch dadurch entgegen, wenn man den Unterband nur bis etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Linien tief unterhalb der Wasserfläche läßt, unter welchen Umständen Contractionen da sind, wenn sie fehlen, sobald der Unterband 2 bis 3 Linien tief unter dem Wasser ist. Bey diesem, so zu sagen, groben Versuch schon kann man einen deutlichen Unterschied beyder Substanzen, des Muskelfleisches und des Wassers, in Rücksicht ihres Vermögens, die Contraction des zu dem in sie bis an oder über den Unterband eingehüllten Nerven gehörigen muskulösen Organs, zu schwächen oder gänzlich aufzuheben, bemerken, und öfterer noch kann man sich von diesem

Unterschied überzeugen, wenn man den Nerven in so wenig Muskelfleisch als möglich, in soviel, als eben nöthig ist, einschließt, um die Bewegungen des Muskels zu unterdrücken, und kurz hinterher eine ohngefähr gleiche Quantität Wasser dazu anwendet, indem man sie etwan auf eine Platte Glas, und den unterbundenen Nerven, bis an diese Stelle in dasselbe bringt. Hier wird es nicht jenes sehr hohen Grades der Erregbarkeit bedürfen, um dennoch deutliche Unterschiede zu bemerken. Deutlicher aber noch wird dieser Unterschied unter Anwendung der genannten und anderer Substanzen in Versuchen, welche erst durch die folgenden verständlich seyn werden.

§. 39.

Bey mäßiger, und selbst schon höherer Erregbarkeit der Organe, bey welcher der Versuch *Fig. 38.* mit Muskelfleisch angestellt, durchaus negativ ausfällt, wird der Erfolg ferner derselbe seyn in *Fig. 39.*, wo der Nerve keinesweges über und über von dem Muskelfleisch berührt, sondern bloß der damit umgebene Unterband *u* mit den Muskeln an, von der Insertion des Nerven in sie entfernten, Stellen in Verbindung gesetzt wird, so daß *u* größtentheils unberührt von ihm bleibt, wozu man sehr bequem gelangen kann, wenn man über den Nerven einen sehr kleinen Trichter von Glas, *tt*, dergestalt steckt, daß seine Spitze in die Gegend des Unterbands trifft, indess seine weitere Mündung an die Muskeln anschliesst. Man umgiebt diesen Trichter auf allen Seiten, und den Unterband selbst, genau mit Muskelfleisch *ss*, und verfährt weiter auf die gewöhnliche Art. Die Contractionen bleiben eben so vollkommen aus, als in den vorigen

Versuchen. Es ist indess nicht nöthig, daß das Muskelfleisch den Trichter von allen Seiten umgebe, man darf nur auf der einen Seite eine Brücke von Muskelfleisch von der Umhüllung des Nerven nach den Muskeln hin, anbringen, und man wird gewöhnlich das nemliche beobachten; und so ist es auch nicht mehr nöthig, daß eben dieser Trichter den übrigen Theil des Nerven vor jeder Berührung mit dem Muskelfleisch schütze; man kann ihn, wie in *Fig. 40.*, ohne etwas im Resultat zu ändern, ganz weglassen. Seine Anwendung geschah bloß der Verdeutlichung des Uebergangs der *Fig. 38.* in *Fig. 40.* wegen, mit so viel Umständlichkeit. Ein Hauptumstand nur ist es zum Gelingen dieser Versuche, daß das Muskelfleisch am Unterband, diesen so genau als möglich umgebe, und es selbst gehörig feucht sey. Auch wird es von Nutzen seyn, daß die Umhüllung des Unterbands sich noch bis auf 1 bis 2 Linien oberhalb desselben erstrecke; dies wird mehr nützen, als die Mitbedeckung einer ähnlichen Länge desselben unterhalb des letztern.

§. 40.

Trennt man die Muskelfleischbrücke der vorigen Versuche in zwey Theile, wie in *Fig. 41.* in s und σ , verbindet aber beyde Theile durch ein zweytes Organ μ , welches mit dem Nerven allein, oder mit Nerv und Muskeln zugleich, wie hier, auf $s\sigma$ gelegt wurde, so zucken bey der Schließung der Kette, die wirksamere Art, wie vorhin, und von deren Gliedern a z. B. Zink, b aber Silber oder Reifsbley sey, die Schenkel beyder Nerven zugleich, nur um vieles schwächer, als m allein bey wegfallender Seitenverbindung des Unterbands mit den Muskeln. Aber auch diese fallen so-

gleich weg, als man vor der Schliessung der Kette, in *Fig. 42.* σ mit s durch ein drittes Stück Muskelfleisch t nochmals verbindet. Die Wirkung dieser Verbindung wird noch auffallender in *Fig. 43.*, wo t nicht σ und s , sondern m mit s , und zwar auf der äussersten Seite der ganzen Vorrichtung, verbindet, und nach der Nomenclatur derjenigen Theorie, welche diese Phänomene aus einer Ableitung der Galvanischen Wirksamkeit von den Nerven dieser Organe durch das Muskelfleisch, oder den durch sein Hinzukommen die Bewegungen der Muskeln schwächenden oder vernichtenden Körper erklärt, würde man sagen, dass in letzterer *Fig.* das Streben nach Ableitung zur Seite so gross sey, dass zweymal (und bey noch mehrfacher Anbringung von Schenkeln und Nerven auf dieselbe Art wie μ , auch um eben so viele Male mehr noch) Nerven umgangen würden, um jene Neigung zu befriedigen.

§. 41.

Man sah bereits, wie in diesen Versuchen in *Fig. 41.* m nicht aller Bewegung verlustig war, wenn σ und s nicht durch ein ihnen ähnliches Stück Muskelfleisch, sondern durch den Nerven ν eines andern Organs μ verbunden wurde. Verbindet man beyde Stücken Muskelfleisch durch andere leitende flüssige und feuchte Körper, so hat man sehr gute Gelegenheit, den Grad ihrer Fähigkeit, jene Unterdrückung der Bewegung zu begünstigen, zu beobachten. So wird man finden, dass ein Streifen Muskelfleisch, von derselben Masse, wie jener Nerv, die Bewegung in m , dadurch, dass es s und σ verband, mehr schwächte, als jener Nerv ν , und eben so findet man, was zur Bestätigung dessen dient, was wir vorhin auf

einem andern Wege als Eigenheit des Wassers fanden, daß eine ohngefähr gleiche Quantität dieser Flüssigkeit bey weitem nicht so viel leistet, als eben so vieles Muskelfleisch. Aber auch bey der Anwendung des letztern kommen Verhältnisse vor, die interessant genug für eine weitere Verfolgung sind. So sah ich in *Fig. 44.* die Bewegung ganz ausbleiben, wenn ich σ und s durch ein längliches Stück Muskelfleisch dergestalt verband, daß es die beyden andern Stücke σ und s mit seiner längern Fläche vereinigte, indess sie noch, obgleich schwach, doch merklich, gegenwärtig waren, wenn dasselbe t jene beyden in seiner schmalen Seitenfläche, wie in *Fig. 5.* verband. Vollkommener, wie durch alles übrige schien die Verbindung zu werden, wenn t ein Stück Metall, welcher Art es auch sey, war. Ueberhaupt wird man diese letzteren Versuche am besten gelingen sehen, wenn man sie bey einem niederen Grade der Erregbarkeit des in der Kette begriffenen Organs anstellt, weil hier geringe Differenzen in den äußern Umständen große Verschiedenheiten in dem innern Vorgang des Organs, insofern er durch Contraction unmittelbar wahrnehmbar wird, begründen.

§. 42.

Dieselbe Schwächung oder Aufhebung der Muskelbewegung, welche sich in *Fig. 36.* bis *45.* erwies, hat auch Statt, wenn gleich der Unterband nicht unmittelbar, sondern irgend eine oberhalb desselben befindliche nicht unterbundene Stelle des Nerven mit Muskelfleisch u. s. w. umgeben, und übrigens wie vorhin verfahren wird. Man vergleiche *Fig. 46.*, deren Schema man durch *Fig. 41.* bis *45.* mit einem, dem dieser Figuren unter der vorigen Con-

struction ähnlichen Erfolg durchführen kann. Man hat indess Gelegenheit zu bemerken, wie im Ganzen zwar die Schemate *Fig. 38. 40. und 46.*, und ihre Modificationen (*Fig. 39. 41 — 45.*) einen ähnlichen Erfolg haben, wie er aber doch dem Grade nach bey jedem von dem beyman- dern verschieden ist. Die größte Wirksamkeit in Hinsicht der Unterdrückung aller Bewegung hat die Construction *Fig. 38.*; auf sie folgt *Fig. 40.*, und auf diese *Fig. 46.* Zwar bemerkt man diese Verschiedenheit nur deutlich bey sehr lebhaften Fröschen, sie ist indess doch wirklich vorhanden, wie sich wohl nicht anders schliessen läßt, wenn man sieht, wie es Fälle giebt, wo alles übrige gleich, in *Fig. 40.* noch Bewegung vorhanden ist, wenn sie in *Fig. 38.* fehlt, und wie dies dasselbe ist mit *Fig. 46.* in Bezug auf *Fig. 40.* So sind auch eben darum die Formeln *Fig. 40. und 46.* vorzüglich geschickt, um sich überzeugen zu können, wie Wasser an der Stelle von *s* weniger in der Art vermag, auf welche Körper an der Stelle von *s* hier überhaupt wirken, als Muskelfleisch, Metalle, u. s. w.

§. 43.

Aber nicht feuchte oder flüssige Körper allein sind dieser Wirkungsart fähig; auch die festen Leiter des Galvanismus nehmen Theil an derselben. Hr. Pfaff schon hat dies, wie oben erwähnt wurde, von mehreren der letztern, von den Metallen entdeckt, und ich habe es auch von den übrigen, der Kohle, den den Galvanismus leitenden Erzen, dem Reifsbley und dem krySTALLisirten Braunkalk bestätigt gefunden; so daß die Fähigkeit, als *s* in *Fig. 36* an den Nerven gebracht, die Contractio-

nen der Muskeln, bey auſſerdem wirkſamen Ketten, zu ſchwächen oder wohl gänzlich aufzuheben, eine gemeinſchaftliche Eigenschaft aller Leiter des Galvanismus iſt. Auch hier iſt, ſo wenig als bey Anwendung humider Stoffe, zur Schwächung oder auch Aufhebung der Muskelbewegung, Berührung des Nerven mit den ſogenannt ableitenden Körpern in allen ſeinen Punkten vom Unterband bis zum Muskel hin nöthig; ſie wird eben ſo gut auſſen bleiben, wenn auch nur der (gehörig feuchte) Unterband mit ſeinen benachbarten Punkten auf dem ſgleich wirkenden Körper genau aufliegt, indels das andere Ende des letztern mit den Muskeln verbunden iſt. Es muß auch nicht eben nur aus einem continuirlichen Stück beſtehen; es kann aus zwey oder mehreren Stücken zuſammengeſetzt ſeyn, wie in *Fig. 47.* Ja s und σ in *Fig. 47.* müſſen nicht einmal nöthwendig homogene Körper ſeyn, es können eben ſo gut die heterogenſten feſten Leiter des Galvanismus ſeyn, z. B. Zink und Gold, Zink und Reiſsbley, oder Braunſteinkalk, u. ſ. w.; auf jeden Fall wird ſelbſt bey der ſtärkſten Erregbarkeit der Organe die Wirkung auſſenbleiben, und erſcheint ſie ja bisweilen in ſchwachem Grade, ſo rührt dies bloß daher, daß die unterbundene Stelle nicht genau an s anſchloß, welchem man ſogleich nachhilft, wenn man den Nerv um den Unterband herum nicht feucht macht, und wenigſtens noch eine Linie lang von dem Nerven oberhalb des Unterbands auf der Unterlage σ ruhen läßt.

§. 44.

Die Fähigkeit der Metalle und übrigen feſten Leiter des Galvanismus, die Bewegungen der Muskeln un-

ter den beschriebenen Umständen zu unterbrechen, ist sehr groß, und sie übertrifft scheinbar die der feuchten Leiter des Galvanismus fast noch. Als ich einst den Versuch *Fig. 40.*, wo s ein schmales Stück Muskelfleisch war, ohne daß es alle Bewegungen aufgehoben hätte, anstellte, so blieben sie sogleich aus, als ich den Unterband mit den Muskeln durch ein schmales Streifchen Flittergold oder geschlagenes Messing, dessen Masse dem Gewicht nach, schwerlich die jenes Muskelfleischstreifens übertraf, verband, sobald nur die vorhin erwähnten Bedingungen, Feuchterhaltung des Unterbands, und Belegung desselben auf die Art, daß von seinen angrenzenden Theilen mehr die ober- als unterhalb desselben, auf s zu liegen kamen, genau erfüllt wurden. So sah ich ferner noch Bewegung der Muskeln in *Fig. 48.*, wo s und σ zwey homogene Metallstücke, z. B. Zink, und beyde durch t , ein Stück Muskelfleisch, verbunden waren, wenn sie im Gegentheil ausblieben, als ich an die Stelle des Muskelfleisches ein jenen beyden homogenes oder auch ein heterogenes, Metallstück brachte. — Ich habe indess wohl nicht erst zu bemerken nöthig, daß es zum Gelingen dieser Versuche eine der zuerst zu erfüllenden Bedingungen ist, daß man die, die Kette $s\sigma$ oder $st\sigma$ bildenden Körper, vor allen durch Erschütterungen des Apparats, oder seiner Unterlagen, möglich gemachten Trennungen und neuen Schließungen jener, durch feste Verbindung derselben mit einander, etwa durch kleine Schrauben, durch Gewichte aus isolirenden Substanzen, u. s. w., sichere, damit nicht von diesen herrührende Zuckungen der Organe für Erfolg der Schließung der Kette ab angesehen werden, von der sie doch fast nie herrühren können.

Aber wodurch wird das Gemeinschaftliche in allen diesen Versuchen *Fig. 35. bis 48.*, die Schwächung und Aufhebung der Muskelbewegung durch Anbringung Galvanischer Leiter auf die beschriebene Art, an Nerven, deren wirksame Reizung außerdem so sichtbar seyn würde, begründet? — Fast allgemein hat man es auf eine Ableitung der Action der Kette vom Nerven durch jene ihr näher verwandte an den Nerven gebrachte Substanzen, reducirt, so daß also der Nerv, nicht getroffen von ihr, auch seine Muskeln zu keiner Contraction veranlassen konnte. Das war indessen bloße Vermuthung, eine Hypothese, der zur Zeit nichts im Wege zu stehen schien. Aber wir fordern Beweis, und wenn es ein ausschließliches Eigenthum der Wahrheit ist, daß nichts mit ihr in ächtem Widerspruch steht, jene Annahme also, wenn auch nur scheinbar vorerst, etwas mit der Wahrheit gemein hat, so verdient sie um so mehr einer näheren Prüfung. Nach dem, was neuere Untersuchungen über den Galvanismus gelehrt haben, wird es nicht so schwer seyn, dieselbe anzustellen, da wir bloß untersuchen dürfen, ob *n* in *Fig. 38. bis 48.* nach der Anbringung *s*, *ss* oder *stσ*, noch von der Action der Kette getroffen werde oder nicht. Denn daß mit dem Geschwächtwerden oder Wegbleiben der Contraction für *m*, nicht die Action der Kette selbst, wie es auch irgend möglich seyn möge, (wenigstens bey weitem in keinem Verhältniß,) geschwächt oder gar aufgehoben werde, läßt sich sehr leicht dadurch erweisen, daß alle Bewegung für *m* in *Fig. 49.* ebenfalls wegfällt, wenn auch zwischen dem Unterband und *a* noch ein Stück eines Nerven eines noch und sehr erregbaren Organs *μ, ν*, befindlich ist, wel-

ches bey der Schliessung der Kette mit nicht geändertem Grade der Stärke contrahirt werden wird, s liege an n an, und hebe dadurch die Contraction für m auf, oder man habe es davon entfernt, und m also werde zugleich mit in Bewegung versetzt; und dafs die Action der Kette, um dies nur zu seyn, alle Theile der Kette, also auch irgend einen von s oder n , wenn nicht beyde sicher treffen müsse, bedarf gar keiner Erwähnung erst, warum sonst würde μ ruhig seyn, und diese Action wegfallen, wenn man statt s und n etwan ein Stück Glas, Harz, kurz einen, den Galvanismus isolirenden Körper nähme; — so wie ferner der, einem Unterband oder Durchschnitten des Nerven gleich geltende Umstand, dafs v mit n oberhalb des Unterbandes in blofser Contiguität steht, übrigens nichts zu μ 's gleichbleibender Contraction beyträgt, denn sonst müfste die Zuckung für dasselbe wegfallen, wenn n statt in u unterbunden zu seyn, dasselbst durchschnitten wäre, und nach der Entfernung des abgeschnittenen Nervenstücks das obere Ende von v mit dem ähnlichen oberen von n in Verbindung gesetzt, beyde Enden gemeinschaftlich mit Muskelfleisch u. s. w., umgeben, und übrigens wie vorhin verfahren würde, was aber ganz und gar nicht der Fall ist. Es ist also blofs zu untersuchen, ob die Action der Kette beyde, s und n in *Fig. 49.* oder den sogenannten ableitenden Bogen in *Fig. 38 — 48.* überhaupt und den Nerven, an welchem er angebracht ist, oder ob sie einen in vorzüglichem Grade, oder allein, und welchen von beyden sie vorzüglich oder allein treffe?

§. 46.

Der Bogen r in *Fig. 15.* ist fast unter allen Mitteln, die Gegenwart der Wirksamkeit der Kette in irgend ei-

nem ihrer Glieder, welche zur Klasse der feuchten gehören, anzuzeigen, das geschickteste. Wir hatten bisher immer mit unterbundenen Nerven zu thun, er spielt aber genau die nemliche Rolle an jedem andern nicht unterbundenen Nerven, und da hier, wenn die ganze Länge des Nerven noch erregbar, und durch Reitzung jedes Punkts derselben das zu jenem gehörige Organ in Contractionen versetzbar ist, es oft fast unmöglich ist, aus dem Grad der Contraction, oder ihrem Daseyn und Verschwinden auf die Gegenwart der Action in irgend einem bestimmten Punkte derselben, der einer partiellen Ableitung unterworfen ist, zu schließen, so ist er bis jetzt wohl ziemlich das einzige bekannte sichere Mittel, um darüber zu entscheiden. Man will z. B. wissen, ob in Fig. 103. wo *s* aus Muskelfleisch bestehen soll, in der Stelle des Nerven α bis β , noch der nemliche Grad von Action vorhanden sey, wie in α bis m , oder β bis γ . Letztere Stelle ist von $\alpha\beta$ durch keine Unterbindung, Durchschneidung des Nerven getrennt, bey der Schließung von *ab* wird also der Schenkel *m* zucken, *s* sey da oder nicht, denn $\beta\gamma$ wie αm werden immerhin von der Action der Kette so getroffen werden müssen, daß Contraction erfolge, $\alpha\beta$ werde auf gleiche Art von ihr getroffen oder nicht. Hier giebt es kein so schnell belehrendes Mittel, als eben den Bogen *r*. Denn die Contractionen, die er hervorbringt, sind, bey hoher Erregbarkeit des Nerven, wirklich weit schwächer, wenn *s* am Nerven anliegt, als wenn es davon entfernt ist, und bey niederer Erregbarkeit fehlen sie unter den ersten Umständen, wenn sie unter den letzten in sehr hohem Grade vorhanden sind. Weder an μx , noch an $\beta\gamma$ wird *r* etwas ähnliches anzeigen, da diese die

Action in gleichem Grade trifft, *s* sey gegenwärtig oder nicht. Auch in *Fig. 104.*, wo *m* bey der Schließung mit *ab* ebenfalls contrahirt wird, weist der Bogen *r* aus, daß $\alpha\beta$ von der Action der Kette weit weniger getroffen werde, als $\beta\gamma$, da er gewöhnlich gar keine Contraction verursacht; dasselbe thut er in *Fig. 105.* — Und so wäre es denn keinem Zweifel mehr ausgesetzt, daß die Schwächung oder Aufhebung der Muskelbewegung in *Fig. 34—48.* allerdings durch eine mehr oder weniger beträchtliche Ableitung der Action der Galvanischen Kette, nicht, wie das oben aufgezeigte *N*, an ihren einmaligen Behälter und Leiter, auf die ganze Dauer ihrer Existenz gebunden, sondern daß sie nach Umständen beträchtlicher Uebergänge in andere Substanzen fähig sey, die ganz und gar nicht an die seltenen Bedingungen gebunden sind, welche jenes *N* fordert, noch weniger, daß dieser Uebergang ihre Vernichtung mit sich führe, wie es mit jenem der Fall ist.

§. 47.

Absolut aber kann, wie wir bereits aus Beyspielen gesehen haben, diese Ableitung nicht seyn, d. i. es muß sich die Galvanische Action bey der Wahl zwischen zweyen verschiedenen Substanzen nicht ausschliesslich für die eine bestimmen, indess die andere ganz und gar keinen Antheil daran nähme. Es kann ein bloßes Vorzüglich, eine bloß relative Ableitung, Statt finden. Denn warum würde sonst ferner *s* in *Fig. 40.* minder wirksam, in Rücksicht seines Vermögens, Muskelbewegungen unmöglich zu machen, seyn, als *s* in *Fig. 38.*? Warum wird es derselbe Fall seyn in *Fig. 46.*? Und obgleich in *Fig. 40.* die Be-

wegungen der Muskeln sicherer ausbleiben, oder (bey hoher Erregbarkeit) mehr geschwächt seyn werden, wenn es ein beträchtlich breites Stück, als wenn es ein schmaler Streifen Muskelfleisch ist, man also vermuthen sollte, daß bloß die Abnahme der Intensität des Geleiteten mit der Zunahme der Extensität der Leitung die Ursache des Wegbleibens oder der Schwächung der Contraction sey, daß also, wenn ein Totum von Action = A , die leitende Masse träge, und sich die Masse des Nerven zu der ableitenden Substanz wie 1 zu 9 verhielt, als denjenigen Antheil von Action, welcher den Nerven jetzt träge, nur $\frac{A}{1+9} = \frac{1}{10} A$ übrig bliebe, und diesem zu Folge, daß dieses $\frac{1}{10} A$ von Action, (im Fall des Ausbleibens der Contraction,) kleiner als das dem eben gegenwärtigen Grade der Erregbarkeit entsprechende (in m. Beweis u. s. w. §. 22. hinlänglich bestimmte) x , oder (wenn noch schwache Contractionen da sind) um nicht viel größer, als dasselbe, sey, ob man also gleich auf den ersten Anblick bloß hierin die Ursache der Schwächung des Erfolgs für den Muskel zu suchen geneigt seyn möchte: so beweist doch eben der verschiedene Erfolg bey Anwendung gleicher Massen, aber verschiedener Substanzen in den Versuchen Fig. 38. 40 — 49., daß diese Substanzen nicht im bloßen Verhältniß ihrer Massen, sondern noch in einem, ihrer besondern übrigen Qualität entsprechenden Verhältniß, hierbey wirksam seyn müssen, und dann könnte, da man nicht einsieht, warum nicht auch hier mit der Zunahme der Extensität der leitenden Masse die Intensität des Geleiteten an jedem Punkte desselben abnehmen könne, der Ausdruck für den Antheil der Action der Kette, welcher den Nerven trifft, vielleicht richtiger

durch $\frac{A}{1c+9C}$ ausgedrückt werden, wo c die durch die eigne Qualität des Nerven bestimmte specifische Leitungsfähigkeit desselben, C aber die der sogenannten ableitenden Masse bedeutet. Werden daher die Massen der concurrirenden Substanzen, die der ersten, des Nerven, mit m , die der andern, mit M bezeichnet, so wäre der Ausdruck für die den Nerven treffende Action im Allgemeinen

$\frac{A}{mc+MC}$, für einen bestimmten Fall z. B. also, wo $m:M$

$$= 1:19, \text{ und } c:C = 1:2 \text{ ist, } \frac{A}{(1.1)+(2.19)} = \frac{1}{39} A.$$

§. 48.

So viel Richtiges indess auch diese Formel enthalten mag, so fehlt ihr doch noch manches zu der Bestimmtheit, die ihr so nöthig ist, wenn sie eine unbedingte Anwendung zulassen soll. Worauf z. B. soll jenes M , m bezogen werden? Unmöglich kann es der cubische Inhalt der beyden Substanzen seyn, denn man sieht dann, da, wenn man s in *Fig.* 40. und 46. gleich Muskelfleisch setzt, dieses nur als bloße Fortsetzung des ohnehin ursprünglich den Nerven schon bekleidenden Muskelfleisches anzusehen ist, nicht ein, wie ein kleines Muskelfäserchen + dieser Masse, so sehr unterschieden seyn sollte von einem größern Stück Muskelfleisch + der nemlichen Masse, daß sich der beträchtliche Unterschied des Erfolgs für die contractilen Muskeln damit in irgend ein Verhältniß setzen liefse, und wie bey der erstern Summe die Wirkung schwächer seyn könne, als bey dem einen Factor derselben allein genommen, indem man den Unterband in einen Einschnitt auf den Muskel des Organs selbst bringt. Auch kann M nicht einzig die Fläche bedeuten, welche

beyde Substanzen der Action der Kette, wenn sie zwischen beyden wählt, darbieten, denn warum ist dann *Fig. 45.* noch positiv, wenn *Fig. 44.* bereits negativ ist? — Vielleicht ist es nur darum so schwer, jene Formel zu der gehörigen Bestimmtheit zu erheben, weil an jenen Phänomenen zwar Ableitung der Action der Galvanischen Kette überall Antheil hat, aber überdieß noch Vorzüge dabey Statt finden, deren Natur für uns noch ganz verborgen ist. Diese Vermuthung wird einige Rechtfertigung erhalten durch die nachfolgenden Versuche, bey denen gewiß dieselbe Ableitung, welche sich in den vorigen Versuchen zeigte, ebenfalls ihre Rolle spielt, die aber durchaus nicht aus dieser allein zu erklären sind, wie die umständlichere Erzählung derselben sogleich zeigen wird, zu der wir um so mehr verbunden sind, da wie man sehen wird, sie mit den vorigen Versuchen in dem genauesten Zusammenhang stehen.

§. 49.

Wenn in *Fig. 38.* das reizbare Organ, dessen Erregbarkeit übrigens auf keinem zu niedern Grade steht, bey Schließung der Kette mit *ab*, wovon ersteres (*a*) den Nerven oberhalb des Unterbandes mehrere Linien bis einen halben Zoll weit von der Muskelfleischbedeckung armirt, völlig in Ruhe bleibt, so werden wieder Contractionen eintreten, wenn *a* nicht mehr den Nerv in dieser Entfernung vom Unterband, sondern in *Fig. 50.* ganz nahe an ihm so armirt, daß es zugleich die Einhüllung desselben berührt; man entfernt *a* wieder von ihr, und die vorige Ruhe ist wieder hergestellt. Man setzt in *Fig. 51.* *a* mit *s* in Verbindung, ohne daß es den Nerven zugleich berührt, und die Bewegungen des Organs

erscheinen von neuem, und eben so stark, als wenn die Armatur s und den Nerven zugleich berührte. Dasselbe geschieht in *Fig. 39.*, so auch in *Fig. 40.*, wenn man sie in *Fig. 52.*, diese wieder zurück in *Fig. 40.* verwandelt, und aus dieser endlich wieder *Fig. 53.* bildet. Die nemlichen Metamorphosen wird man mit dem ähnlichen Erfolg mit *Fig. 42. 43 — 46. und 49.* vornehmen können, sobald nur der, die Hülle des Nerven, oder die Brücke von seinem Unterband nach den Muskeln, bildende Körper, ein feuchter oder ein flüssiger ist; für jeden Versuch dieser Art wird dasselbe Gesetz gelten. Bloß, wenn diese Unterlage oder Brücke, wie in *Fig. 47. und 48.* aus festen Leitern des Galvanismus besteht, wird das Resultat mehrerer Modificationen fähig seyn. Sind in *Fig. 47.* s und σ homogen, und beyde wiederum mit a , so wird allerdings, wenn a mit s in unmittelbare Berührung, sey es, daß es noch zugleich den Nerven berührt oder nicht, tritt, m bey der Schließung von a mit b contrahirt werden. Ist in *Fig. 54.*, welche den letzten dieser im Erfolg gleichen Fälle ausdrückt, entweder s und σ gleichartig unter einander, und beyde mit b , oder s und σ von einander verschieden, so werden im ersten Fall die Organe ebenfalls in Ruhe bleiben, wenn sie es im zweyten nicht thaten, im zweyten Falle aber ist der Erfolg wieder sehr mannigfaltigen Aenderungen unterworfen, die noch complicirter werden, wenn a und s sich nicht mehr unmittelbar, wie in *Fig. 54.* berühren, sondern durch einen feuchten Leiter des Galvanismus, durch h in *Fig. 55.* mit einander verbunden sind. Ich setze nur einige derselben für *Fig. 55.*, wie ich sie so eben gefunden habe, hieher. —

1. σ = Silber, s = Zink, b = Silber, a = Zink, h (wie in allen folgenden Deutungen dieser *Fig.*) = Muskelfleisch;

bey der Schließung der Kette mit *ba* nach der Schließung mit *σs* (diese Schließung mit *ba* wird auch in den übrigen Fällen 2 — 12 immer gemeint seyn,) keine Zuckung, eben so wenig bey der Trennung. Ein Bogen Muskelfleisch *r* an zwey Punkte des Nerven *n* innerhalb *m* und dem Unterband vor der Schließung mit *ab* auf dieselbe Art, wie *r* in Fig. 15. oder 103 — 105. angebracht, gab bey der Anlegung vor der Schließung *ba*, Zuckung, und etwas stärkere bey der Abnahme. (Dieser Bogen nemlich zeigt, wie schon mehrmals erinnert worden, durch die Contraction, die er in den zu dem Nerven, welchen er berührt, gehörigen Muskeln verursacht, die Gegenwart der Wirkung in der Kette, und durch die graduellen und specificken Aenderungen, welche erstere erleiden, ähnliche Veränderungen in der Action der Kette an. Nur darf man, wo er nichts anzeigt, nicht auf absolutes Fehlen von Action der Kette schließen, sondern bloß soviel, daß die vorhandene Action kleiner seyn müsse, als die, bey der Zuckungen bey Anlegung und Wegnahme des Bogens, oder beyder zugleich, erfolgten.) Dieser Bogen gab das nemliche nach der Schließung mit *ab*. 2. *σ* und *s* wie vorhin, *b* = Zink, *a* = Silber; bey der Schließung mit *ab* Zuckung, schwächer bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung mit *ab* Zuckungen, wie vorhin, nach der Schließung mit *ab* bloß schwache Zuckungen beym Anlegen. 3. *σ* = Zink, *s* = Silber, *b* und *a* wie in 2.; bey der Schließung mit *ba* keine Zuckung, eben so wenig bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung angelegt, giebt Schließungszuckung, und stärkere bey der Trennung; eben so nach der Schließung (mit *ab*). 4. *σ* und *s* wie in 3., *b* und *a* wie in 1.; bey der Schließ-

lung (mit *ab*) Zuckung, und schwache bey der Trennung. Der Bogen *r* vor dieser Schließung schwache Schließungszuckung, stärkere bey der Trennung; nach dieser Schließung angelegt gleichfalls beydes, aber in schwächerem Grade. 5. σ = Silber, s = Eisen, *b* und *a* wie in 4. Schwache Zuckung bey der Schließung, keine bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung giebt nichts; nach der Schließung Zuckung beym Anlegen, keine beym Trennen. 6. σ = Eisen, s = Silber, *b* und *a* wie in 5.; starke Zuckung bey der Schließung, keine bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung giebt Contraction beym Anlegen, und stärkere bey der Wegnahme; nach der Schließung bloß Zuckung beym Anlegen. 7. σ und s wie in 6., *b* und *a* wie in 3. Keine Zuckung bey Schließung und Trennung mit *ba*. Der Bogen *r* vor der Schließung mäßige Zuckung, stärkere bey der Wegnahme; nach der Schließung eben so. 8. σ und s wie in 5., *b* und *a* wie in 7. Bey der Schließung Zuckung, keine bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung nichts; nach der Schließung bloß Zuckung beym Anlegen. 9. σ und s wie in 2., *b* = Silber, *a* = Zink. Bey der Schließung nichts. Der Bogen *r* vor der Schließung bloß Zuckung beym Abnehmen; eben so nach der Schließung. 10. σ und s wie in 9., *b* = Eisen, *a* = Silber. Bey der Schließung mit *ba* Zuckungen und stärkere bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung bloß Zuckung beym Abnehmen; eben so nach der Schließung. 11. σ und s wie in 4., *b* und *a* wie in 10. Bey der Schließung Zuckung, keine bey der Trennung. Der Bogen *r* vor der Schließung Zuckung beym Anlegen, und scheinbar stärkere bey der Wegnahme. Nach der Schließung Zuckung beym

Anlegen und der Wegnahme scheinbar gleich stark. 12. e und s wie in 11., b und a wie in 9. Zuckung bey der Schließung mit ba , und keine bey der Trennung. Der Bogen r vor der Schließung Zuckung beym Anlegen, stärkere bey der Wegnahme; nach der Schließung Zuckung beym Anlegen und Wegnehmen, aber stärkere beym ersten, als beym letztern. — So mancher Berichtigungen auch diese Angaben fähig seyn mögen, und so verschieden sie auch ausfallen mögen bey jedem andern Grade der Erregbarkeit u. s. w., so sieht man doch auch hier die in m. Beweis §. 11. und 13. für Galvanische Ketten überhaupt aufgestellten Gesetze wenigstens eine secundäre Gültigkeit haben. Denn wirklich kann in denen von den hier beschriebenen Fällen, wo keine Zuckung bey der Schließung und Trennung mit ba Statt hatte, wie in 1. und 3., auch nach jenen Gesetzen keine vorhanden seyn, und wo sie vorhanden war, stand sie jederzeit ziemlich in Verhältniß mit dem durch jene Gesetze, vorausgesetzt, daß sie hier anwendbar seyen, Bestimmten.

§. 50.

Alle im vorigen Absatz erzählten Erscheinungen fallen sogleich weg, als man in Fig. 50. — 55. a von s entfernt, und wiederum an v in Entfernung mehrerer Linien von s bringt. Sie kommen aber schon in schwachem Grade wieder, wenn man unter diesen Umständen a mit s auch nur durch ein Streifchen Muskelfleisch verbindet, was nicht stärker, als der ohnehin schon verbindende Nerv ist, und daß hier nicht bloß Zunahme der Masse den Erfolg begünstigt, findet man, wenn man, indess dieses Streifchen Muskelfleisch noch mit beyden

in Berührung bleibt, den Nerven ganz von *a* herunter nimmt, wodurch die Wirkungen eine kaum merkliche Schwächung erleiden; auch würde ein eben so großes, selbst doppelt und dreyfach so starkes Nervenstück nicht die Dienste leisten, welche das einfache Stück Muskelfleisch thut. — In *Fig. 50. — 53.* kann übrigens die Umhüllung des Nerven mit Muskelfleisch über die ganze Länge von *v* hin bis an das Ende desselben gehen, und *a* dieselbe an diesem berühren, und der Erfolg wird ganz dem in jener *Fig.* gleichen. So hat auch *b* nicht eben nöthig, die Muskeln des Organs selbst zu berühren, es kann *s* an irgend einem beliebigen Punkte berühren, und eben das gilt von *a*, indess *b* an den Muskeln liegen bleibt; ja beyde Metalle können bloß *s* an zwey vielleicht einander sehr nahe liegenden Punkten berühren, und so wird man den Versuch noch positiv sehen, wenn man an *s* ein Metall, z. B. Zink, der Länge nach anlegt, wie in *Fig. 56.*, und das an *a* grenzende *s* und *a* selbst durch das andere, beträchtlich von ihm verschiedene *b*, z. B. durch Gold, verbindet.

§. 51.

Noch stehen mit den vorigen Versuchen mehrere andere in näherer oder entfernterer Verbindung, die wenn auch nicht aufklärend für sie, doch in sofern interessant sind, als sie neu sind, und auf manches feine Verhältniß leiten, was man bisher über sah. Sie werden manchem, der Lust hat, zur Erweiterung unserer Einsichten über den Galvanismus etwas beyzutragen, Stoff genug zu neuen Untersuchungen darbieten. — Wenn man in *Fig. 50.* noch einen zweyten Bogen Muskelfleisch *t* von *v* nach *m* führt, wodurch *Fig. 57.* entsteht, so thut dann

die Anlegung von *a* an dieses *t* keinesweges die Wirkung mehr, wie die desselben an *s* in *Fig. 51.*; noch weniger ist die Wirkung da, wenn *a* dieses *t* nicht, sondern den Nerven allein, oder wenn es ihn zwischen *s* und *t* berührt. Alles das gilt auch von der in die *Fig. 58* verwandelten *Fig. 52.* Legt man in *Fig. 58.* *a* an *s* oberhalb dem Unterband, und *b* an *v* oberhalb seiner Berührung mit *t*, wie in *Fig. 59.*, so bleibt *m* bey der Schließung in Ruhe. Schiebt man hingegen *b* an *t* heran, so daß *Fig. 60.* entsteht, so zuckt *m* und zwar, wenn es ein frisches Organ, und *b* Silber, *a* aber Zink ist, bey der Schließung von *a* mit *b*. Bleibt *t* an seiner vorigen Stelle, nur dergestalt, daß es wie in *Fig. 61.* mit *m* nicht in Berührung steht, so bleibt das Organ in Ruhe, die Armaturen werden wie in *Fig. 59.* oder wie in *Fig. 60.* angebracht. Steht die Umhüllung des Unterbands *s* mit den Muskeln in keiner Verbindung, wie in *Fig. 62.* und *63.*, so ist in beyden, wenn *b* und *a* die vorige Bedeutung beybehalten, Contraction, und zwar starke Zuckung bey der Schließung, und schwächere bey der Trennung. Bedeutete *a* in beyden Figuren Silber, und *b* Zink, so sah ich in der erstern bloße Schließungs-, und in der letztern bloße Trennungszuckung. Berührte *a* = Zink den Nerven *v* unmittelbar an einer oberhalb dem umhüllten Unterband gelegenen Stelle, oder blieb diese Umhüllung ganz weg, wie in *Fig. 64.*, so sah ich bloße Schließungszuckung. Wird auch *b* = Silber von *t* entfernt, wie in *Fig. 65.*, so zuckt *m* ebenfalls bloß bey der Schließung. Ist *a* in *Fig. 64.* Silber und *b* Zink, so wird *m* bloß Trennungszuckung erleiden, und eben das wird der Fall seyn in *Fig. 65.* Der Erfolg ist derselbe, wenn auch der Bogen *t* nicht mit den Muskeln,

sondern wie in *Fig. 66.* mit den Nerven *n* in Berührung steht. In *Fig. 67.* aber fällt alle Wirkung weg. In *Fig. 64. bis 66.* erlitten die Muskeln dieselben Contractionen, wie vorhin, wenn *a* den Nerven nicht oberhalb des Unterbandes, wie vorhin, sondern unterhalb desselben, wie in *Fig. 68.* armirte, nur waren sie dem Grade nach unter dieser Bedingung weit stärker, als dort. In *Fig. 69. und 70.,* von denen die letztere der *Fig. 46.* gleicht, fehlt eben so gut alle Contraction, wie dann, wenn *a* das an *v* liegende Ende von *t* armirt.

§. 52.

Wenn ein Froschschenkel und dessen Nerv soweit ermattet sind, daß in *Fig. 71.,* wo *a* Zink, *b* Silber oder Reifsbley ist, so eben keine Contraction mehr erscheint, so wird sie noch da seyn in *Fig. 72.,* wo *b* unmittelbar *s*, welches ein Stück feuchtes Muskelfleisch ist, berührt. Verschwindet sie auch hier, so erscheint sie sogleich wieder, als man an *s* in *Fig. 73.* ein zweytes Stück Muskelfleisch *t* dergestalt legt, daß es zugleich den Nerven bis etwan eine oder etliche Linien über den Unterband hinauf berührt, und hierauf die Kette schließt; oder war zu Anfang des Versuchs in *Fig. 71.* noch schwache Contraction vorhanden, so wird man sie stärker in *Fig. 72.* und noch stärker in *Fig. 73.,* finden. Gleichen Erfolg mit *Fig. 73.* hat *Fig. 74.,* wo man *t* in einen Bogen verwandelt, der den Unterband nicht berührt, sondern nur einen Punkt des Nerven unterhalb des Unterbands mit *s* oberhalb desselben verbindet. Schwächer wird die Contraction seyn in *Fig. 75.,* wo *t* ganz außer Verbindung mit *s* steht, und bloß zwey Punkte unterhalb des Unterbands mit einander vereinigt. Aber noch schwächer

werden sie, oder verschwinden wieder, wenn der Bogen t geöffnet wird, daß er also den Nerven n nur an einem Punkte berührt. Das Mittel zwischen *Fig. 74.* und *75.* in Rücksicht der Stärke der Zuckungen schien *Fig. 76.* zu halten, denn ich sah hier Contractionen, die schwächer waren, als in *Fig. 74.*, aber stärker, und länger anhaltend als die in *Fig. 75.* Von dem Einfluß, den der Bogen t in *Fig. 75.* auf die Stärke der Bewegung des Organs hat, kann man sich sehr artig dadurch überzeugen, daß man diesen Bogen aus drey Stücken zusammensetzt, wie in *Fig. 77.* So lange τ die beyden $t t$ verbindet, so lange sind Contractionen da; sie werden schwächer oder verschwinden, wenn man den Bogen öffnet, wie es in *Fig. 78.* geschehen ist. Stärker als in *Fig. 77.* werden die Bewegungen $m's$, wenn man in *Fig. 79.* den Bogen $t t t$ noch mit s durch σ , ein drittes Stück Muskelfleisch, verbindet, und sie verlieren nicht an Stärke, wenn man das dem Unterband zunächst gelegene t wegnimmt, so daß der Bogen ein einfacher wird.

§. 53.

Wenn auch in *Fig. 74.* b nicht s , sondern den Nerven in einiger Entfernung von ihm armirt, so werden dennoch Contractionen erscheinen, wenn sie in *Fig. 14.* bereits aufgehört hätten; und eben so darf auch s in *Fig. 74.* nicht den Nerven unmittelbar berühren, sondern bloß die Armatur b an irgend einem von b nach links entfernten Punkte; aber verschwinden werden auch hier die Contractionen, wenn das dem Muskel nähere Ende von t unter diesen Umständen gegen b zurück, über den Unterband herauf, gezogen wird, wodurch diese Anordnung für *Fig. 72.* eben das wird, was die vorige für *Fig.*

74. war. Als in *Fig. 81.* sich noch starke Wirkung auf-
 fert, und eben so in *Fig. 74.*, in welchen beyden Fäl-
 len, wenn *a* Reifsbley, und *b* Zink war, ich sowohl
 bey der Schließung, als der Trennung der Kette *b a*,
 Contractionen entstehen sah, so verschwanden sie, wenn
a nicht mehr die Muskeln, sondern wie in *Fig. 82.* eine
 Stelle an *t* armirte. Sie erschienen wieder, sobald *b* bis
 an *t* herauf geschoben und mit ihm in Berührung gebracht
 wurde, wie es *Fig. 83.* zeigt; an stärksten wurde *m'* bey
 der Schließung, schwächer bey der Trennung der Kette
 bewegt. War *a* Zink und *b* Reifsbley, so fehlte zwar
 in *Fig. 82.* eben so gut alle Wirkung, wie vorhin, aber
 in *Fig. 83.* war nicht die Schließungs-, sondern die Tren-
 nungszuckung die stärkste; oft blieb auch im letzten
 Fall die erstere ganz aus, so wie dies auch bisweilen im
 ersten Fall die letztere that. Fiel die Sphäre des Bogens
t ganz oberhalb den Unterband, so war jede der *Fig.*
82. und *83.* analoge Armirung ohne Erfolg. Nicht so war
 es, wenn sie ganz unterhalb den Unterband fiel. In *Fig.*
84. wie in *Fig. 85.* wurden die Schenkel bey der Schließ-
 ung der Kette (am stärksten oder allein), wenn *a* Zink
 und *b* Reifsbley, bey der Trennung aber (am stärksten
 oder allein) contrahirt, wenn *b* Zink und *a* Reifsbley be-
 deutet. Es blieb das nemliche, wenn auch das dem Mus-
 kel nähere Ende des Bogens *t* weder den Nerven noch den
 Muskel berührte, folglich offen war, sobald es nur von
a berührt wurde; in *Fig. 86.* und *87.* glich der Erfolg
 dem vorigen.

§. 54.

Bey höherer Erregbarkeit, wo keine Zuckungen der
 Organe erfolgten, wenn der Unterband ihrer Nerven auf

einer Schicht Muskelfleisch lag, die wieder mit den Muskeln dieser Nerven in Verbindung stand, wie in *Fig. 40.*, oder auch bloß an einem den Muskeln nahen Punkte dieselben Nerven berührte, und die Armirung auf die dort angezeigte Art vorgenommen wurde, erschienen noch Contractionen, wenn das obere Ende der Muskelfleischunterlage über den Unterband herauf nach *b* geschoben wurde, so daß *Fig. 82.* gebildet wurde. Sie fielen indessen hier weg, sobald der Nerv da, wo er auf der Unterlage auflag, mit einem zweyten Stück Muskelfleisch bedeckt wurde, so daß er über und über von demselben umgeben war. Bey noch etwas höherer Erregbarkeit des Organs würden sie indess auch unter den letztern Umständen in der letztern *Fig.* Statt gehabt haben, wenn sie in der erstern bereits wegfielen, und das schon oben erwähnte Längerwirkfambbleiben der *Fig. 46.*, als der *Fig. 40.*, bestätigt diese Vermuthung.

§. 55.

Was im Vorigen für *Fig. 38. 50. u. 51.* festgesetzt wurde, gilt ebenfalls noch, wenn der Nerve daselbst zweymal unterbunden ist, es mögen beyde Unterbände oder nur der eine von ihnen in die Hülle *s* fallen. Anders fällt der Erfolg für *Fig. 40.* und *46.* aus. Ich construirte zuerst den Versuch so, wie er in *Fig. 89.* angegeben ist, die sich von *Fig. 40.* nur dadurch unterscheidet, daß hier die Ableitung *s* aus zwey Theilen besteht, brachte aber *b* nicht an *s*, sondern bloß an einen Punkt des Nerven oberhalb desselben. Es fehlte jede Zuckung. Sie fehlte eben so, wenn ich an den Nerven nahe am Muskel noch ein zweytes *s* anbrachte, wie in *Fig. 90.*, das Uebrige aber wie vorhin liefs; auf gleiche Weise mangelte sie,

in *Fig. 91.*, wo *n* an *s* nochmals unterbunden ist. Wurde aber *b* in jedem dieser drey Fälle mit *s* in unmittelbare Berührung gebracht, so war in *Fig. 89.* starke Zuckung vorhanden; sie blieb die nemliche in *Fig. 90.*, in *Fig. 91.* aber, wo der Nerv zweymal unterbunden war, fehlte sie ganz. Sie kam in letzterer *Fig.* wieder, wenn das die Muskeln berührende *s* weggenommen wurde, so daß ein noch ungestört organisch mit ihnen zusammenhängendes, von keiner leitenden Substanz umgebenes, Nervenstück zwischen *s* und *m* zu liegen kam, wie dies in *Fig. 92.* der Fall ist. Diese Versuche beweisen zugleich, daß die Action der Kette den Nerven wirklich mehr oder weniger treffe, sobald *b* an dem untern *s* unmittelbar anliegt, und also (bey gehöriger Erregbarkeit der Organe) die Muskeln in schwächere oder stärkere Bewegung versetzt werden, und daß das Getroffenwerden des Nerven von dieser Action die Veranlassung zu dieser Bewegung sey, da diese sogleich wegfällt, als durch Unterbindung , sey uns das Wie davon bekannt oder nicht, dieses Nervenstück *n* in *Fig. 91.* außer Verbindung mit dem übrigen von den Muskeln umgebenen Nerven gesetzt wird.

§. 56.

Mit dem, was oben bereits von *Fig. 38. 50. und 51.* gesagt worden, stehen noch folgende Versuche in Verbindung. Wenn sehr schwache Froschschenkel so eben aufgehört hatten, in *Fig. 14.* Contractionen zu geben, so erschienen sie bey gleichbleibenden Armaturen *a* und *b*, welche Bedeutung sie auch hatten, noch, wenn um den Unterband eine Hülle Muskelfleisch *s* in *Fig. 93.* gelegt wurde, und sie wurden stärker, wenn in

diese Hülle noch ein beträchtlicher Antheil von dem zwischen *s* und *m* enthaltenen Nerven mit begriffen wurde, wie in *Fig. 94.*, und noch mehr nahmen sie zu, wenn *b* in *Fig. 95.* an *s* heran geschoben wurde. Wurde jetzt *s* mit *m* durch ein zweytes kleines Stück Muskelfleisch *σ* verbunden, so fielen sogleich alle Bewegungen weg. Der Erfolg der *Fig. 94.* und *95.* widerspricht übrigens nicht der schon von Hn. P f a f f gemachten Beobachtung, daß gewöhnlich die Wirkung des Galvanismus auf das Organ in dem Verhältniß abnehme, als *σ* in diesen Figuren, oder in *Fig. 37.* dem Muskel näher rücke, je kleiner also dadurch das frey liegende Nervenstück *n* werde, denn hier ist der Erfolg beschrieben, den diese Verfahrensart bey Zuständen höherer Erregbarkeit hat, indess in unserm Falle die Erregbarkeit des Nerven schon so weit gesunken ist, daß selbst von dem Unterband an, nicht mehr jeder Punkt des Nerven reizbar ist, folglich Stellen auf *n* kommen, die sich zu denen oberhalb ihnen gelegenen verhalten, wie bey höherer Erregbarkeit die ganze Stelle unterhalb des Unterbands, in *Fig. 14.* *nn*, zu der oberhalb desselben, zu *vv*; daß also auf den Stufen niederer Erregbarkeit die Erscheinungen in den *Fig. 93.* — *95.* in eine Klasse gehören mit denen in *Fig. 71.* — *80.*, an welchen allen, außer der Rolle, welche hier in die Kette kommende Bestimmungsgründe, entstanden aus der Zusammenkunft heterogener thierischer Theile, und andere Umstände, spielen mögen, gewiß auch die durch die bessere Leitungsfähigkeit des Muskelfleisches *s* für den Galvanismus begründete energischere unmittelbare Ergießung der Galvanischen Action in den Nerven an Stellen, die noch mit mehr Erregbarkeit versehen sind, als andere, einen nicht geringen Antheil hat; denn wie

viel dieser Umstand auf Vergrößerung des Erfolgs für die Muskeln des gereizten Nerven vermöge, kann man aus der bekannten Beobachtung ersehen, daß man bey hin- scheidender Erregbarkeit die Nervenarmatur auf dem Nerven immer weiter herunter schieben, oder dem Muskel nähern muß, um noch fortdauernd Contraction zu erhalten, und bey jedem schwachen Froschschenkel wird man leicht bemerken können, wie, wenn in *Fig. 14.* alle Bewegung aufgehört hat, sie noch Statt hat in *Fig. 97.* und an Stärke zunimmt in *Fig. 98.*, so daß man sie in letzterer *Fig.* noch wahrnimmt, wenn sie in ersterer bereits verschwunden ist. Ia es gelang mir sogar einmal, die jetzt nur in *Fig. 98.* noch gegenwärtige Wirkung dadurch zu unterbrechen, daß ich in *Fig. 99.* *n* nahe an *b* unterband, denn nun trat die Action der Kette nicht mehr an einer Stelle, wo der Nerv noch reizbar gewesen wäre, in denselben. Aehnliche Unterbrechungen durch Unterband sah ich in *Fig. 100.* und *101.*, wo *a* Wismuth und *b* Zink, *s* aber ein Stück Muskelfleisch bedeutete, was *b* mit *m* verband. Nach dieser Verbindung und der Schließung der Kette *absm* wurde der Nerv mit *b* verbunden, und zwar zuerst so, daß *b* den Nerv an einer Stelle oberhalb des Unterbands berührte. Als die Contractionen, welche hier bey nur etwas hoher Erregbarkeit durchaus Statt haben, wegfielen, so erschienen sie sogleich wieder, als in *Fig. 101.* ein Punkt an *n* unterhalb dem Unterband *u* mit *b* in Berührung kam, mochte auch dieser Punkt nicht über $\frac{1}{4}$ Linie von *u* entfernt seyn. Ein ähnliches Wiederkommen der Bewegung fand Statt, wenn *a* Zink und *b* Wismuth bedeutete, nur mit dem Unterschied, daß vorhin *m* zuckte, wenn *n* mit *b* in Berührung, und hier, wenn es außer Berüh-

rung mit *b* trat. War in *Fig.* 100. noch Zuckung da, so war sie in *Fig.* 101. wenigstens ausgemacht stärker.

§. 57.

Ich sah ferner, daß nicht bloß humide Stoffe geschickt waren, jene Verstärkung des Erfolgs für die reizbare Faſer in *Fig.* 75. — 80. 93. — 95. und den Modificationen der erſtern, wo *b* nicht *s* unmittelbar berührt, an der Stelle von *s*, zu bewirken. Blieb ſeit Kurzem in *Fig.* 14. alle Wirkung aus, ſo erſchien ſie noch, wenn ich in *Fig.* 102. durch zwey homogene Metallſtangen die Stelle über und die unter dem Unterband mit einander in Verbindung ſetzte. Auch zwey Stücken Kohle hatten denſelben Erfolg, und wahrſcheinlich laſſen ſich alle jene Verſuche, und was ihnen ähnlich iſt, auch bey Anwendung ſolider Stoffe mit demſelben Erfolg nachahmen, ſobald man nur auf alle die Umſtände gehörige Rückſicht nimmt, die hierbey eintreten können, und von denen der Commentar zu *Fig.* 54. und 55. ein hinlänglich erläutertes Beyſpiel gegeben hat; und noch mehr Aufmerkſamkeit wird erfordert, wenn man den Bogen *tt* in *Fig.* 102. aus heterogenen Stoffen zuſammenſetzt.

§. 58.

Noch hat man bey dieſen Verſuchen einen Umſtand zu beobachten Gelegenheit, der, ſo geringfügig er ſcheint, dennoch alle Aufmerkſamkeit verdient. Er betrifft nemlich den Einfluß, welchen in den Verſuchen *Fig.* 40. u. f., wie in *Fig.* 52. — 92, die Entfernung des (mehr oder minder complicirten) Bogens *t* oder *s* oder (in einigen)

beyder zusammen, von der Hauptkette, und besonders von den die Action scheinbar am vorzüglichsten bestimmenden Gliedern derselben, *a* und *b*, hat. Alles was in den genannten Figuren verzeichnet ist, fällt doch zu Folge der Umstände, die jeden Versuch bey seiner Anstellung begleiten, meist in Eine gemeinschaftliche Fläche, und so wird es nothwendig, daß da, wo, abgesehen von den Gliedern der Hauptkette, schon die an die Organe gebrachten Muskelfleischmassen u. dergl., die eine Seite des Organs mehr als die andere einnehmen, die hinzukommende Kette ein ganz anderes Verhältniß zum Ganzen haben muß, wenn sie mit jenem secundären Apparat auf eine und dieselbe Seite, als wenn sie auf die ihm entgegengesetzte Seite fällt; denn nur in solchen Fällen, wo der secundäre Apparat beyde Seiten des Organs in gleichem Grade trifft, wie etwan *ss* in *Fig. 39.*, wird das Verhältniß beständig auf dieselbe Art ausfallen müssen. Dieses verschiedene Verhältniß hat nun, wie man es schon aus dem so ausgemachten Zusammenhang zwischen den äußern und innern Verhältnissen alles Materiellen vermuthen mußte, in der That einigen Einfluß auf den Erfolg, den die Wirkksamkeit der Kette für das Organ hat. So sah ich oft in *Fig. 40.* keine Contractionen mehr erscheinen, wenn *a* und *b* mit *s* auf Eine Seite fielen; sie zeigten sich, wenn ich dieselben Körper auf die *s* entgegengesetzte Seite brachte. Das nemliche beobachtete ich bey Gelegenheit der *Fig. 43.*; und es ist wahrscheinlich, daß man es auch für alle übrige Figuren, deren Schema in dieser Hinsicht mit dem der genannten übereinstimmt, bestätigt finden werde, sobald man es der Mühe und Gedult werth halten wird, genauer nachzufuchen. —

Wir knüpfen den Faden unserer Hauptuntersuchung wieder an, wo wir ihn zuletzt verliessen. Es wurde bewiesen, dass in der Galvanischen Kette eine Action gegenwärtig sey, deren unmittelbarer Wirkungskreis die Sphäre der Kette nicht überschreite. Und da dennoch Muskelcontraction möglich ist, ohne dass die Muskeln, es sey mittel- oder unmittelbar, ein wirkliches Glied der Kette ausmachen, so ergab sich, dass die Action, welche die Kette und ihre Wirksamkeit mit den contractilen Organen, vermittelt der diesen zugehörigen Nerven, in nähere oder entferntere Wechselbestimmung setzt, nicht nur dem Grade nach, sondern durchaus verschieden seyn müsse von der, deren Gefäß und Leiter die Galvanische Kette ist. Diese Folgerung erhielt ausserdem, dass Umstände die erkere dieser Actionen aufheben, die auf die letzte von gar keinem Einfluss zu seyn scheinen, und umgekehrt, noch volle Bestätigung dadurch, dass nachgewiesen wurde, wie die Bedingungen der Leitungen beyder Actionen ganz und gar nicht dieselben, sondern so verschieden von einander seyn, dass sie durchaus keiner Vergleichung fähig wären; die Verschiedenheit der Bedingungen der Leitungen beyder involvirt aber nothwendig zugleich die Verschiedenheit des Geleiteten. Da wir nun Galvanische Action nur diejenige nennen, deren Quelle, Behälter und Leiter die Galvanische Kette ist, und deren Grenzen sie niemals überschreitet, so bemerkt man schon jetzt wie wir dieselbe allmählig unabhängiger von den höhern Qualitäten thierischer Organe gemacht haben, und die geringe Schwierigkeit, mit der es geschah, lässt vermuthen, dass es uns gelingen möge, darzuthun, dass dieselbe ohne

alle thierische Theile unter gewisser Anordnung bloß anorganischer Körper entstehen und fortdaurend vorhanden seyn könne. Es würde leicht seyn, durch bloßes Raisonnement, immer aber doch streng genug, zu zeigen, daß aus dem Umstand, daß Körper anorganischer Natur, die neben organischen Nerven (Muskeln u. s. w.) zur Construction der Galvanischen Kette verwandt werden, soviel zur Erzeugung dieser Action und der Modification ihres Grades beytragen, ganz nothwendig folge, daß die Galvanische Action ein Product aus der gemeinschaftlichen Zusammenwirkung aller Glieder der Kette sey, und daß keines von ihnen weder ausschließlich den Proceß anfangt, noch das Materiale desselben vorzugsweise vor andern hergebe, es würde sich also zeigen lassen, daß thierische Theile nicht die alleinige Quelle dieser Actionen seyen, ja daß sie das, was sie dazu beytragen, nicht einmal als thierische Theile, sondern bloß vermöge einer allgemeinen Beschaffenheit, die sie auch mit einer gewissen Klasse von Körpern in der anorganischen Natur gemein haben, und die durch die Thierheit jener Theile keine specifischen, sondern nur graduelle Modificationen erleiden könne, beytragen; was aber nur einmal in der That theoretisch wahr ist, muß eben deshalb, weil ächte Theorie die Grenzen der Wirklichkeit nie überschreiten kann, auch practisch wirklich seyn; und so werden uns bey gehöriger Aufmerksamkeit sicher Erfahrungen vorkommen, die allein hinreichen werden, unsere Fragen so entscheidend zu beantworten, als wir es nur immer verlangen mögen.

§. 60.

Wir könnten die Unabhängigkeit der Galvanischen Wirksamkeit von thierischen Theilen als solchen, sehr

leicht vermittelt der Anwendung des in m. Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß im Thierreich begleite, §. 9. S. 25. zur hohen Wahrscheinlichkeit erhobenen Satzes darthun, daß zwey homogene Galvanische Leiter (Metalle, u. s. w.) welche durch einen dritten heterogenen verbunden sind, bey Verrechnung der Glieder der Galvanischen Kette auf den Grad ihrer Wirksamkeit, gleich gälten Einem einzigen von der Qualität der beyden homogenen Endglieder, so daß z. B. — Zink, Silber, Zink, — gleich Einem Zink, oder überhaupt — a, a, a , — gleich a sey. Ich habe mich dieses Satzes bedient, um a. a. O. §. 10. S. 27 — 29. mit Hülfe desselben zu beweisen, daß in jeder Kette aus drey festen (trockenen) Galvanischen Leitern bey der Schließung derselben keine Action eintreten könne, welcher Satz für jede beliebige Anzahl fester Leiter des Galvanismus gilt, wenn man damit die a. a. O. §. 13. S. 71. 72. aufgefundenene Regel, daß die durch eine mehr oder weniger lange, nicht durch feuchte Leiter unterbrochene Reihe trockener fester Leiter in einer Galvanischen Kette bestimmte Action genau so groß ist, als eine durch unmittelbare Berührung der beyden äußersten Glieder dieser Reihe bestimmte, verbindet. Ich brachte in Fig. 106. (vergl. m. Bew. Fig. 21.) a = Zink mit dem einen Punkt des noch sehr erregbaren Nerven, und ein anderes dem vorigen gleiches an den andern desselben; mit dem einen a verband ich einen andern festen Leiter b , und mit dem andern a einen dritten c , deren Bedeutung so verschieden seyn konnte, als man sie ihnen nur geben wollte, ohne daß bey der Verbindung der letzten beyden, b mit c unter einander, das Resultat ein anderes gewesen wäre, also sich bey der einen oder der an-

dern Construction dieses Schemas die zu n gehörigen Muskeln m im mindesten contrahirt hätten. Es wurde hier $ana = a$ gesetzt, und so hatte die Kette in Hinsicht auf den Grad ihrer Action mit *Fig. 107.* (vgl. a. a. O. *Fig. 20.*) einerley Werth, indess der Nerv n hier auf eine solche Art in die Kette gebracht war, daß er an der Gründung der Action der Kette keinen Antheil hatte, doch aber, nachdem sie einmal erzeugt war, sich als thätiges Reagens gegen sie verhielt, und somit ihr Fehlen oder Vorhandenseyn durch das Ausbleiben oder Erscheinen der Contractionen seiner erregbaren Muskeln ankündigte. Gilt nun ana in der That gleich a , so ist es sehr deutlich, wie *Fig. 108.* die Frage beantworten könne, ob in *Fig. 109.*, wo a und c wie aa und c in *Fig. 106.* und *108.* oder a und c in *Fig. 107.* zwey feste Galvanische Leiter, z. B. Zink und Silber, b aber nicht, wie in *Fig. 106.* und *107.*, ein fester, sondern, wie in *Fig. 108.*, ein flüssiger Leiter, z. B. Wasser, bedeutet, wirklich Action vorhanden sey oder nicht; es ist klar, daß die Contractionen, welche m in der letzten *Fig.* erleidet, beweisen werden, daß die nemliche Action, deren Gegenwart durch diese Contractionen vorausgesetzt wird, auch in der ganz aus anorganischen Körpern zusammengesetzten Kette *Fig. 109.* vorhanden sey, ohngeachtet eben kein Reagens mit ihr verwebt ist, was so fast momentan entschiede, wie m es in *Fig. 108.* thut; kurz, es wäre so wirklich erwiesen, was wir durch den ganzen Verlauf unserer Untersuchung beabsichtigen, nemlich, daß die Galvanische Action, von der man, was darunter gemeint ist, aus allem Vorigen jetzt bestimmter einsehen muß, als irgend eine Definition dieses Worts in wenigen Zeilen vermöchte, ich sage, daß diese Action

wirklich auch durch Körper, die ganz und gar der anorganischen Natur zugehören, und durch sie allein, bestimmt werden könne, und wirklich werde.

§. 61.

Der Satz der absoluten Identität von *aaa* und *a* ist indess mehreren Einschränkungen unterworfen, die hier um so mehr erwähnt zu werden verdienen, da sie uns entschuldigen, wenn wir ihn des (obgleich nur) Scheins des Mangels an Bestimmtheit und Festigkeit desselben wegen nicht zu einem Beweis anwenden, von dem wir allen Schein von Ungewissheit entfernt wünschen. Es fordert eine Menge Versuche, die bis jetzt bey weitem noch nicht alle angestellt sind, um darzuthun, daß diese Gleichheit der ganzen Reihe mit dem einzelnen Endglied nicht von den Individuen der Reihe als solchen, sondern nur, in sofern sie Theilnehmer allgemeiner Qualitäten sind, die ganze Haufen von ihnen zu Klassen vereinigt, gilt. Festigkeit und Flüssigkeit sind zwey Zustände der Körper, die eben so verschieden, als jene Zustände sind. Man sieht im Galvanismus so ausnehmend deutlich, wie sich alle feste Körper, die man mit einander in der leitenden Kette verbindet, zu einem gemeinschaftlichen Repräsentanten ihrer Qualität vereinigen, so daß bey der Schließung der Kette, bey dem Uebergang der Linie in die Figur, nichts Neues beginnen kann, indem nemlich aus allem schon geworden ist, was aus ihm werden konnte, und überall das Homogene sich selbst wiederfindet, keine Action der Kette also, deren Bedingung nothwendig Heterogeneität (und sie selbst Act der Einnung der letztern) ist, möglich wird. Dasselbe gilt ohne Zweifel auch von ganz aus flüssigen Körpern zusammen-

gesetzten Reihen. Anders hingegen ist es bey einer Mischung der Individuen beyder Klassen in gewisser Ordnung. Diese allein ist bisher immer im Stande gewesen, Galvanische Action zu begründen, und offenbar nur darum, weil hier das Flüssige mit dem Festen sich vor der Schließung bey weitem noch nicht zu der Einheit verbinden konnte, die mit der Schließung der Kette jede neu entstehende, und eigentlich die sogenannte Galvanische ausmachende Action, unmöglich macht. Das Verhalten des Flüssigen zum Festen ist demnach von dem des Festen zum Festen eben so verschieden, wie es das des Festen zum Flüssigen von dem des Flüssigen zum Flüssigen ist, und diese sich so characteristisch von einander auszeichnenden Qualitätsphären sind es wahrscheinlich allein, welche für zwey homogene Körper einer Ordnung durch Dazwischenkunft eines dritten heterogenen aus der nemlichen oder der andern Ordnung ungeändert bleiben, indess die Temperatur derselben keinesweges von Modificationen so gänzlich ausgeschlossen ist, wie es der obige Satz $aaa = a$ in der von mir im weitern Sinne genommenen Bedeutung haben wollte. Man kann bloß sagen, die Qualität, in welcher sich die Reihe aaa der übrigen Kette präsentirt, gleiche der, in welcher sich das einzelne a zeigt, nur in sofern, als beyde dem festen oder flüssigen Zustand ihrer Träger, als ein und demselben, entsprechen, nicht aber, daß auch der Grad, oder wie der Punkt heiße, auf dem jene Qualität steht, durchaus in beyden derselbe sey. Nur einige Beyspiele, wodurch diese Einschränkung Rechtfertigung erhält. Es ist bekannt, daß Berührung heterogener Körper die erste Bedingung zur Möglichkeit der Construction einer wirklichen Galvanischen Kette ausmacht. Offenbar geschieht

das nicht anders, als durch ein Bestreben der dynamischen Verhältnisse beyder Körper, sich gegenseitig ins Gleichgewicht zu setzen, wodurch nothwendig dieselben für jedes Individuum ein anderes werden müssen. Die sogenannten Galvanischen Versuche ohne Kette, und jede Electricitätserregung (gewissermaßen selbst jeder chemische Proceß) zeigen dies deutlich genug. Unter das Schema dieses Conflicts gehört aber auch *Fig. 110.*, wo α einen Körper im festen oder flüssigen Zustande, und a einen in einem jenem homogenen, oder von ihm verschiedenen Zustande befindlichen Körper bedeutet. Da nun hier α durch die Berührung mit a und umgekehrt a durch α modificirt wird, und diese Modification für a wie für α der Art nach überall dieselbe seyn muß, ferner *Fig. 110.* in Rücksicht des wechselseitigen Erfolgs für α und a völlig der *Fig. 111.* gleicht, wo a aus drey Stücken, aus a , a und a' zusammengesetzt ist, so sieht man nicht ein, welchem Grunde zu Folge aa (der Qualität nemlich, nicht so der Quantität nach) nicht eben so modificirt werden sollte, wenn man a' zwischen a und a wegnimmt, woraus *Fig. 112.* entsteht; und auf gleiche Weise läßt sich dieser Beweis für α führen, wenn man *Fig. 110.* in *Fig. 113.* verwandelt, die abermals der *Fig. 114.* gleicht, welche für α genau das ist, was *Fig. 112.* für a ist. Wie übrigens die Erfahrung das Gezeigte auch unmittelbar auf das entscheidendste bestätige, davon wird anderswo, bey der Abhandlung der Mechanick des Galvanismus, die Rede seyn.

§. 62.

Dieser Einschränkungen, welche der Satz $\alpha\alpha a = a$ dem Vorigen zu Folge erleiden muß, ohngeachtet aber,

wird demselben an seiner Anwendbarkeit zu Führung des Beweises der Gegenwart Galvanischer Action in Ketten, rein aus Körpern anorganischer Art construirt, nichts mehr benommen, als ohne dieselben. Heterogeneität der Klassen der Individuen ist nach der Heterogeneität der Individuen innerhalb wenigstens Einer Klasse derselben, der erste Bestimmungsgrund Galvanischer Wirksamkeit, und so wird in *Fig. 106.* und *108.* ein thierischer Nerv *n* immer nur solchen Qualitäten, die er mit Körpern der übrigen Natur gemein hat, zu Folge, die Wirksamkeit der Kette modificiren können. Das Ausenbleiben aller Bewegung in *Fig. 106.* beweiset aufs deutlichste, daß die Qualität, in welcher sich *a*, *a* den übrigen Theilen der Kette zeigen, immer noch die dem festen Zustande entsprechende sey, denn bey einer Umwandlung derselben in die des flüssigen würde sicher Action, und damit Affection des erregbaren Organs eintreten, da alle übrigen Umstände die günstigsten dazu sind; und der etwanige Einwurf, daß die in die des flüssigen umgewandelte Qualität von *a* eben so isolirend für eine durch das Entstehen dieser dem Flüssigen correspondirenden Qualität entstehende Action seyn könne, wie etwa Oel und Fett es sind, ob sie sich gleich im flüssigen Zustand befinden, verliert schon alle Gültigkeit durch die Gegenwart dieser Action und ihres Erfolgs für das erregbare Organ in *Fig. 108.*, wo diese Isolation eben so gut vorkommen müßte, als man sie in *Fig. 106.* voraussetzen möchte.

§. 63.

Wer demnach so genau mit dem Gebiet des Galvanismus bekannt ist, daß er dem Gefagten beyzupflichten

genöthiget ist, wird bereits in ihm die vollständigen Prämissen zu einem mittelbaren Beweis der Gegenwart des Galvanismus in der anorganischen Natur antreffen, und ihn aus denselben führen können. Es mag indess verzeihlich seyn, vorauszusetzen, daß das nicht bey jedem unserer Leser der Fall sey, und da doch unser Beweis für alle ein solcher seyn soll, so ist es unsere Pflicht, ihn auf Prämissen zu bauen, die minderen Einschränkungen unterworfen, und scheinbar fester begründet sind. Wir werden finden, daß wir uns nicht geirret haben, wenn wir auch hier wieder das in seiner Anwendbarkeit so fruchtbare Schema der *Fig. 15.* und die Erscheinungen, welche der Bogen *r* an zwey Punkten innerhalb *b* und *a*, oder *s*, dessen eines Ende nur in die Sphäre der Kette fällt, gibt, wählen. Dieser Bogen gab unter den genannten Umständen, und bey einer gehörig hohen Erregbarkeit des Organs durch die Contractionen, welche bey seiner Zusammenkunft mit dem erregbaren Nerven in den zu diesem gehörigen Muskeln entstanden, sehr bestimmt die Gegenwart einer Action in der Galvanischen Kette an, und diese Contractionen verhielten sich ihrer Stärke nach unter gleicher Materie, Form und Masse des Bogens *r* oder *s* und bey gleichen Berührungspunkten desselben mit *n*, ziemlich genau, wie der Grad der durch die übrigen Glieder der Kette bestimmten und ihrer Größe nach aus andern Umständen bekannten Action in derselben. Dieser Bogen kann übrigens bestehen aus organisch-thierischer, aus vegetabilischer, oder aus völlig anorganischer Materie: der Erfolg wird, vorausgesetzt, daß die Materie aus der er besteht, kein Isolator des Galvanismus, wie Glas, Knochen, Oel, u. s. w., sey, in jedem dieser Fälle derselbe seyn. Da wir oben gesehen haben, daß ein an den von

der Galvanischen Action dauernd getroffenen Nerven gebrachter Bogen *r* einen Theil dieser Action ableite, indem der Nerv diesen Antheil verliert, und da ferner jeder noch in höherem Grade erregbare Nerv durch das Austreten eines seiner Erregbarkeit entsprechenden Antheils Galvanischer Action eben so wirksam gereizt wird, als durch ihren Eintritt, so könnte man die bey der Anbringung des Bogens *r* erscheinenden Contractionen, ihrer Entstehung nach für identisch mit denen halten, welche bey der Trennung Galvanischer Ketten eintreten, und diese Ansicht wird noch wahrscheinlicher, wenn man auf das achtet, was ich bereits an einem andern Ort (s. m. Beweis, u. f. w., §. 18. S. 108. 109.) in Hinsicht des Wenn's der Contraction, oder der stärkeren, wenn zwey vorhanden sind, für die Fälle bemerkt habe, wo der Bogen den einen Nerven von zweyen, die mit oder ohne ihre Schenkel in der Kette begriffen sind, mit seiner Armatur zum zweytenmale verbindet, wie z. B. in *Fig. 115.* mit Nerv *n* und *a* durch *a'* oder mit *v* und *b* durch *b'* geschieht. Hier ist im ersten Fall, nemlich bey der Schliessung von *n* mit *a* durch *a'*, die Zuckung in *m* schwächer bey der Anbringung, stärker hingegen bey der Wegnahme von *a'*, im letzten Fall aber wird umgekehrt *n* stärker bey der Anlegung und schwächer bey der Wegnahme von *b'* contractirt; das ist aber gerade der Erfolg, den man der nothwendigen Annahme einer Ab- und Zuleitung der Action der Kette, welche einer Trennung und Schliessung der letztern gleich gilt, zu Folge, zu vermuthen hatte. Und obgleich der Erfolg in *Fig. 116.*, wo *a'* oder *b'* den Nerven *n* oder *v* berührt, ohne weder die zu ihm gehörigen Muskeln *m* oder *μ*, noch seine Armatur *a* oder *b* zugleich zu berühren, fast der umgekehrte ist von dem in *Fig. 115.*, indem hier

nemlich in m die stärkere Zuckung nicht bey der Wegnahme, sondern bey der Anlegung von a' an n , und so auch die in μ nicht bey der Anlegung, sondern der Wegnahme $b's$ von ν Statt hat, so haben doch schon oben bey *Fig.* 103. u. f. angeführte Versuche gezeigt, daß auch hier, da es nach einmal geschlossener Kette und zu gleicher Zeit anliegendem Bogen in Bezug auf das endliche Resultat dieser Vorrichtungen, den Gehalt der Kette, und die Vertheilung desselben, gleich seyn wird, ob sie vor der Anlegung des Bogens geschlossen, oder ob dieser vor der Schließung der Kette angelegt ist, die ableitende Wirkung des angebrachten Bogens mitthätig sey, wiewohl die eben erwähnten Erscheinungen, und besonders der Erfolg der *Fig.* 71. in m . „Beweis, u. f. w.“, wo zwey Nerven, indem sie sich unter einander in Bogengestalt berühren, ihre Muskeln wechselseitig in Contractionen versetzen, die doch beyde durch gleiche Körper armirt, und übrigens ganz unter einerley Umstände versetzt sind, darauf hindeuten, daß neben dieser Wirkung durch Ableitung hier noch Vorgänge Statt haben müssen, deren Natur uns vor der Hand noch gänzlich unbekant ist.

§. 64.

Es ist demnach gewiß, daß die Bögen r und s in *Fig.* 15. oder a' und b' in *Fig.* 115. und 116., außer den anderweitigen Einflüssen, an denen indess die Nerven den größeren Antheil haben mögen, zunächst durch Ableitung der in der Kette bereits vorhandenen Action wirken. Nur dann sind sie wirksam, wenn die Kette bereits eine wirkfame war, und noch ist kein Beispiel bekannt, wo das Gegentheil Statt gefunden hätte. Könnte es aber

auch ein auf solche Art angebrachter Bogen wirklich, so würde das, im Fall er aus anorganischer Masse bestünde, keinesweges gegen uns, vielmehr für uns seyn, da eben die ganze Frage darin besteht, ob anorganische Substanzen Galvanische Wirksamkeit begründen können. Wir wollen aber sogleich zeigen, daß das ganz und gar nicht der Fall sey und daß selbst dann, wenn bereits Wirksamkeit, Action in der Kette gegenwärtig ist, durch diesen Bogen kein Zusatz zu derselben bewirkt werden könne, welches man vielleicht für möglich halten könnte, da diese Annahme der einzige Weg ist, die entgegengesetzte Hypothese zu retten. Es ist klar genug, daß die Action der Kette, als letztes Product ihrer Construction für sie, nur Eines seyn könne, und daß an ihm alle Glieder der Kette, ein jedes in seiner Art, gemeinschaftlichen Antheil haben. Aber sie können nur so lange an ihm Antheil haben, als jenes Product existirt; dies dauert aber die ganze Zeit des Geschlossenbleibens der Kette hindurch, und folglich eben so lange jener Beytrag des einzelnen Gliedes. Beständig also muß, weil eben jedesmal das Product aller übrigen Glieder, außer dem Einen, für dieses Eine bestimmt, was und wie es zum Ganzen beytragen solle, und das für jedes Glied der Kette gilt, das Resultat der übrigen dem Einen, und das Resultat Aller Allen gegenwärtig seyn, kurz, die ganze Kette, nicht bloß einzelne Theile derselben, muß aufbewahrendes Gefäß für das aus ihrem Schoos Erzeugte, die Action der Kette, seyn, und wie Veränderungen in derselben in irgend einem Theil der Kette vorgehen, die Veränderungen der ganzen Action sind, müssen sie auch die Sphäre der ganzen Kette betreffen. Aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, werden

folgende Erfahrungen interessant, und ihre Anwendung verständlich seyn.

§. 65.

In *Fig. 115.* und *116.* schon wird man bey der Anbringung der Bögen a' und b' , wenn nur in der ersten *Fig.* $a' = a$ und $b' = b$ war, jederzeit nur die Muskeln in Contraction versetzt sehen, deren Nerven in die Sphäre jener Bögen traten, und das würde gleichfalls geschehen, wenn auch die Zahl der übrigen in der Kette vorhandenen Organe, und ihre Erregbarkeit, noch so groß wäre. Wie läßt sich hier an ein Zu (- oder Ab-) nehmen der Action der ganzen Kette denken, da doch, wenn das Statt hätte, nothwendig die ja so erregbaren Organe dieselbe dem Beobachter durch Contraction verkündigen müßten. Aber selbst an Einem und demselben Organ bestätigt sich das Topische des durch Bögen der Art Bewirkten, was also gar nicht die Action der Kette, ihre Quali- oder Quantität als Eine, betreffen kann. Ich habe schon a. a. O. §. 19. S. 118. *Fig. 73.* darauf aufmerksam gemacht, und der Versuch ist zu entscheidend, als daß ich ihn nicht hier wiederholen dürfte. Man armire ein Organ mny , was man in u unterbunden hat, auf dieselbe Art, wie es zum gewöhnlichen Galvanischen Versuch zu geschehen pflegt; a sey Zink und b Silber. Während die Kette geschlossen ist, bringe man an n , d. i. das Nervenstück unterhalb des Unterbandes, einen Bogen Muskelfleisch, Metall, ... t , und verbinde mit ihm zwey Punkte desselben; m wird in Contraction, und zwar in die stärkere oder alleinige bey der Anlegung, in die schwächere oder gar keine bey der Wegnahme desselben, gerathen,

So wird es auch bey der Anbringung des Bogens *s*, der mit dem einen Ende *n*, mit dem andern *v* berührt, seyn, wiewohl man hier oft schon deutlich bemerken kann, wie diese Zuckung schwächer wird, indem die Länge des in der Sphäre von *s* begriffenen Stücks von *n* immer mehr abnimmt. Bey *r* endlich aber, der ganz auf dem Stück *v*, d. i. auf den Nerv unterhalb des Unterbandes beschränkt ist, wird alle Contraction fehlen. Jede Veränderung aber der Quali- oder Quantität der Action in der Kette muß, so gewiß sie das ist, die ganze Action treffen, und folglich auch den Theil derselben, welcher das noch erregbare, oder besser, das noch mit *m* in reaguiblen organischen Zusammenhang stehende Nervenstück *n* oberhalb des Unterbandes trifft, afficiren, dieses also müßte durch diese gemuthmalste Veränderungen so wirksam gereizt werden, als es durch jede wirklich erwiesene geschieht, die zu ihm gehörigen Muskeln also contrahirt werden; dies aber fällt weg, und folglich auch, was mit ihm gegeben ist, d. i. Veränderung in der Quali- oder Quantität der Action der Kette durch die Dazukunft des Bogens *r* zu derselben, eine Veränderung, die wenigstens, wenn sie auch wirklich Statt hätte, unmöglich so beträchtlich seyn kann, daß sie nur einigermaßen mit dem Erfolg, der aus der Anbringung des Bogens resultirt, in Verhältniß gesetzt werden könnte.

§. 66.

Der Bogen *r*, *s* oder *t* in *Fig. 117.* bringt also so wenig, wie einer in *Fig. 15. (16.) 115.* und *116.*, Action zu der bereits in der Kette vorhandenen. Das ganze Spiel muß bloß mit der beginnen, die bereits in ihr

enthalten ist. Man kann auch nicht sagen, daß *r* an seiner Stelle, das gar nicht thäte, was ein ihm gleicher Bogen *t* in *n* bewirkt, wenn man bemerkt, wie sowohl für *m* in *Fig. 117.* der Erfolg in allen Fällen der vorige ist, wenn diese Bögen in *Fig. 118.* in zwey Stücke *r* und *r* zerlegt, und diese durch einen mit seinen Muskeln μ noch ungestört organisch zusammenhängenden, in noch gehörigem Grade erregbaren Nerven ν verbunden werden. Es werden hier zugleich die Muskeln des zu diesem Bogen gehörigen Nerven mit contrahirt werden, und zwar wird dieses durchaus mit gleicher Stärke geschehen, die Verbindung *r* ν *r* *Fig. 118.* werde in *Fig. 117.* an die Stelle von *r*, von *s* oder von *t* gebracht. Daß aber, was diese Bögen von dem Nerven der Grundkette in *Fig. 117.* empfangen und ihm zurückgeben, mit der Action der Kette einerley Beschaffenheit habe, zeigt die Unterbrechung der Contraction für μ in *Fig. 118.*, wenn sein Nerv, wie in *Fig. 119.*, unterhalb seiner Berührung mit den übrigen Theilen des Bogens unterbunden wird, in dem leitenden Bogen also bloß das oberhalb dem Unterband befindliche Nervenstück enthalten ist; auch hier ist die den Nerven treffende Action nur auf das in dem Bogen gegenwärtige Nervenstück beschränkt, daher ganz verschieden von der oben bey der Zergliederung der Erscheinungen bey dem Unterband und Durchschnitte der Nerven mit *N* bezeichneten.

§. 67.

Durch die bisherigen Untersuchungen sind wir in den Stand gesetzt, diesen Bogen, indem wir, wie in *Fig. 118.*, in denselben einen zu einem erregbaren Organ gehörigen eben so erregbaren Nerven bringen, oder ihn, wie

in *Fig. 120.*, aus diesem ganz allein bilden, unbesorgt darum, ob durch ihn erst Action in die Kette gebracht werde, geradezu anzuwenden, um zu erfahren, ob, die Kette enthalte auſſer den anorgiſchen Armaturen noch organiſche Körper oder nicht, wirklich Action, mit ihrer Schließung entſtanden, in ihr Statt finde, nur daſs ſie bis daher ein Reagens entbehren mußte, durch die ſie ſich dem Beobachter für den Augenblick eben ankündigen konnte. Wir verwandeln alſo die *Fig. 117.* in *120.*, wo durchaus kein anderes, einer uns bis jetzt bekannten Influenz auf die Action der Kette fähiges Nervenſtück in der Kette iſt, als bloß das oberhalb des Unterbandes befindliche, *v.* Statt des Bogens *r* in der erſten *Fig.* iſt ein lebender Nerv *r*, der noch ungeſtört organiſch mit ſeinen Muskeln *μ* cohärirt, genommen, und ſo wie dieſer in *Fig. 117.* bereits an demſelben Orte, allein, oder unter der Form der *Fig. 118.* angebracht, zu heftigen Contractionen ſeiner Muskeln gereizt wurde, genau ſo wird es auch hier der Fall ſeyn, und ſomit ankündigen, daſs das Heraustreten des Nervenſtücks *n* aus der Kette keine merkliche Veränderung in dieſelbe und ihr wirksames Product gebracht habe. Eben ſo wenigen Einfluß wird man bemerken, wenn man *mn* von *v* ganz abtrennt, wie in *Fig. 121.*, und nur in dem Grad der Contractionen wird man, und dennoch nur bey einem, der Möglichkeit der Unterſcheidung ſolcher kleinen Differenzen eben entſprechenden Grade der Erregbarkeit des den Bogen bildenden Organs, einige Verſchiedenheit, aber nichts weniger, als ein gänzliches Aussenbleiben aller Contraction bemerken, wenn man zu *v*, was vorher ein Stück Nerv war, eine andere leitende Subſtanz, z. B. Muskelfleiſch, Blut, Haut und dergleichen wählt.

Bis hieher war erwiesen, daß Galvanische Action Statt haben könne, und wirklich habe in Ketten, deren feuchter Bestandtheil zwar organisch-thierischer Natur, keinesweges aber im Stande ist, durch schnelle sichtbare Veränderungen seiner, z. B. durch Contractionen, ihre Gegenwart dem Sinne anzudeuten. Was hindert uns aber endlich, an die Stelle von v einen völlig anorganischen Körper zu setzen, um durch unser bekanntes Mittel zu erfahren, ob auch dann noch Action in der Kette gegenwärtig sey, — womit, wenn das der Fall wäre, ja unsere ganze Frage wirklich gelöst und mit Ja beantwortet wäre. Verbinde man also mit a und b in Fig. 122. einen Streifen nassen Schwamm γ , oder wenn man selbst dieser, hier doch nur der Feuchtigkeit zum bloßen Gefäß dienenden, ihrem Ursprung nach aber organischen Substanz einigen Einfluß auf die Begründung der Wirksamkeit zuschreiben wollte, nichts als eine Schicht Wasser, die man auf einer Glastafel oder in einer Rinne aus derselben Substanz mit den Enden der festen Armaturen in Berührung bringt; und der an f gebrachte Nerv r wird, wie leicht zu erwarten war, durch die Contractionen seiner Muskeln, die sie auch unter diesen Umständen erleiden, den untrüglichen Beweis davon geben, daß in einer Kette, deren Glieder sämmtlich anorganischer Natur sind, in der That dasjenige, was uns vorhergehende Untersuchungen unter dem Namen: Galvanische Action, Galvanismus, zu begreifen gelehrt haben, Statt finden könne und wirklich finde, — und da die Kette $ab\gamma$ bereits geschlossen seyn mußte, ehe der reagirende Bogen r an dieselbe mit dem beschriebenen Erfolg gebracht werden konnte, die als unabhängig von

diesem Bogen in ihr vorhanden erwiesene Action also schon vor der Anbringung desselben in ihr gegenwärtig war, überdies man den Versuch so oft mit demselben Erfolg wiederholen kann, als nur die Kette aby geschlossen bleibt, so ist damit zugleich eben so streng erwiesen, daß hier ganz so wie in den Ketten, an deren Bildung unmittelbar thierische Theile Antheil nehmen, die mit der Schließung eingetretene Action so lange fort dauert, als die Kette geschlossen bleibt.

§. 69.

Nachdem die Möglichkeit des Daseyns des Galvanismus in der anorganischen Natur für uns einmal ausgemachte Wahrheit ist, wird es uns leicht seyn, alle übrigen denkbaren Constructionen Galvanischer Ketten auf dieselbe Art zu prüfen, wie wir es mit der einfachsten unter ihnen, mit der *Fig. 122.* gethan haben, und zwar ist es gar nicht nöthig, sich nur eines Nerven und muskulösen Organs zu bedienen; man kann, wodurch der Versuch noch aus andern Rücksichten interessant wird, auch zwey derselben anwenden. So wird in *Fig. 123.*, wenn man nach geschlossener Grundkette aby zwey mit einander unmittel- oder mittelbar verbundene Froschschenkel durch ihre Nerven auf die daselbst angezeigte Art mit γ in Verbindung setzt, der zu r gehörige Schenkel μ bey der Schließung der secundären Kette $r\mu m\gamma$ gewöhnlich am stärksten oder allein zucken, in *Fig. 124.* hingegen, wo c irgend ein fester oder flüssiger Galvanischer Leiter ist, wird der entgegengesetzte Schenkel diese Zuckung erleiden; und so kann man, indem man noch mehrere Froschschenkel anwendet, oder bald einem

bald mehreren von ihnen dieses oder jenes Verhältniß ihrer Lage zu den Gliedern der Grundkette giebt, diesen Versuch auf das mannichfaltigste und unterhaltendste ändern.

§. 70.

Verwandelt man *Fig. 122.* in *Fig. 125.*, wo jedes feste Glied in zwey Theile getheilet ist, welche durch irgend eine anorgische oder organische leitende Flüssigkeit α verbunden sind, so wird der Erfolg für $r\mu$ derselbe, wie in der ersten *Fig.* seyn. Auch in Ketten, welche aus zwey flüssigen und einem festen Leiter bestehen, wird man Action antreffen, sobald nur die beyden flüssigen auf ähnliche Art beträchtlich von einander verschieden sind, wie in der Reihe der festen Körper es z. B. Zink von Silber, Bley von Kohle, u. s. w. ist. Ein Beyspiel einer solchen Kette ist *Fig. 126.*, wo α Zink, γ Wasser und β eine concentrirte Laugenfalzauflösung, oder α Silber und β concentrirte Schwefelsäure, oder α Kohle, β Opiumauflösung, und was α und β alles für Bedeutungen haben können, andeutet.

§. 71.

Wie aber in den Fällen, wo thierische Theile, mehr oder minder erregbar, Antheil an der Kette nehmen, die Wirksamkeit der Kette an gewisse Constructionen gebunden ist, und wie diese gewissen Gesetzen unterworfen sind, die ich in m. Beweis, u. s. w. §. 8—10. S. 21—33. aufzufinden bemüht gewesen bin, und §. 11. S. 33. bestimmt angegeben habe, eben so ist es auch die Gegenwart der Action in Ketten, wo jene Bedingung, das

Daſeyn thierifcher Theile, in ihnen fehlt. Es heiſt a. a. O.: „In jeder Galvaniſchen Kette, in deren Peripherie zwey Punkte vorhanden ſind, durch welche jene getheilt in zwey Hälften zerfällt, in welchen, wenn man von einem der Theilungspunkte ausgeht, die Beſtimungsgründe für die Actionen der Folge und dem Grade nach genau dieſelben ſind, hat keine Action Statt.“ Mit dieſer Beſchreibung wird *Fig. 127.* übereinkommen, das abſolute Schweigen eines an γ gebrachten noch ſo erregbaren Organs auf die oft beſchriebene Weiſe aber wird aufs deutlichſte darthun, daſs die todte Natur für ſich allein daſſelbe Geſetz befolge was in andern Fällen erſt durch lebende Subſtanzen in dieſelbe gekommen zu ſeyn ſchien. Ferner: „Nur in dem entgegengeſetzten Fall iſt die Möglichkeit activer Galvaniſcher Ketten enthalten, und zwar ſind zu deren Bildung wenigſtens drey der Qualität nach verſchiedene Galvaniſche Leiter, unter denen ſich wenigſtens einer im feuchten oder flüſſigen Zuſtande befinden muſs, nothwendig.“ Der erſten Hälfte des letzten Geſetzes entſpricht bereits die einfache Formel, der wir uns bisher bedient haben, *Fig. 122. u. f.*; und *Fig. 127.* tritt ebenfalls in die Sphäre deſſelben, ſobald ſie in *Fig. 128.* verwandelt wird, wo δ eine γ gleiche oder auch von ihr verſchiedene, wenn nur leitende, anorgiſche Flüſſigkeit bedeutet. Das Organ μ *Fig. 122.* aber auf γ oder auch δ eben ſo wie in jener *Fig.* angebracht, wird deutlich genug beweifen, daſs das Innere der Kette dem Geſetz völlig entſpreche. Dieſe *Fig.* aber kehrt von neuem unter das erſte Geſetz, nach dem alle Action fehlen ſoll, zurück, wenn ſie in *Fig. 129.*, wo $\delta = \delta$, verwandelt wird. *Fig. 127.* wie *Fig. 129.* laſſen ſich auf die in ihm beſchriebene Art in zwey völlig gleiche Hälften thei-

len, *Fig. 128.* aber, und *Fig. 122 — 125.* nicht; in den ersten aber hat keine Galvanische Action Statt, indess sie in den letztgenannten in ihrer ganzen Vollkommenheit gegenwärtig ist, und hält man mit dem zweyten Theile des zweyten Gesetzes für Ketten mit thierischen Theilen, den schon beschriebenen Erfolg in der Kette *Fig. 126.*, und das zusammen, dafs in *Fig. 106.*, wo man sich den Nerv in *n* weg, und an seine Stelle einen anorganischen feuchten Körper, z. B. Wasser, denke, *ana* aber zu Folge weiter oben angestellten Untersuchungen, als Einen festen Körper, die Kette also so gut, wie gänzlich aus festen (anorganischen) Körpern construirt, und folglich der *Fig. 107.* gleichgeltend zu betrachten hat, ich sage, dafs daselbst, indem man an *n* den aus einem lebenden Nerven bestehenden Bogen *r* in *Fig. 122* anbringt, die diesen zugehörigen Muskeln μ dabey auch nicht die geringsten Contractionen erleiden, gleichsam, als ob die ganze Kette so gut wie nicht vorhanden, oder eine blofse, noch nicht zur Figur übergegangene Linie, d. i. ungeschlossen wäre, so hat man mit dem hierdurch erhaltenen Beweis, dafs auch in der anorganischen Natur in Ketten aus blofs festen (trockenen) Theilen, alle Action fehle, und dem Umstand, dafs in der, einer Kette aus blofs einem festen Körper, wie einer aus einem festen und einem flüssigen, und einer aus zwey homogenen festen und einem flüssigen, oder zwey gleichartigen flüssigen und einem festen Körper, gleichgeltenden, eigentlich aber schon in der *Fig. 127.* enthaltenen *Fig. 130.*, ein an γ gebrachter Bogen so wenig afficirt wird, als in *Fig. 127. 129.* oder *106.*, die vollkommene Bestätigung des allgemeinen Satzes gefunden, dafs die Bedingungen für das Daseyn oder das Fehlen der Galvanischen Action, des Gal-

vanismus, in Ketten aus bloß anorganischen Körpern durchaus an dieselben Gesetze gebunden sey, und ihr Product denselben Gesetzen folge, welche die- und dasselbe in Ketten, an deren Bildung organische, und namentlich thierische Theile Antheil nehmen, zu befolgen genöthigt sind.

§. 72.

Sind aber die Bedingungen der Production eines Etwas, sind die Gesetze derselben in zwey verschiedenen Fällen, identisch, wer möchte dann noch an der Identität der Producte selbst zweifeln? Und wer kann auch nur daran denken, wenn sich auf das vollständigste zeigt, daß wirklich die Producte in einem Falle wie im andern, in dem, was dieselben überhaupt characterisirt, so durchaus übereinstimmen, als es unsere Versuche uns ausgewiesen haben? — Haben wir aber in einem Fall so ganz dasselbe, wie im andern, produciren Körper der anorganischen Natur völlig dasjenige, dessen Entstehung bisher so einzig von thierischen Körpern abzuhängen schien, und unterscheiden diese sich in Rücksicht ihres Verhältnisses zum Galvanismus von jenen durchaus durch nichts, als durch das Vermögen, auf dieses Product, was sich ihnen, in sofern sie eben erregbar sind, als Ganzes, als Einheit, gegenüber stellt, wirksam zu reagiren, und so einen secundären Zeugen seines Daseyns abzugeben, dann ist es wohl eben so wenig einem Zweifel mehr unterworfen, daß thierische Körper, es sey Nerv oder Muskel, oder beyde zugleich, oder auch etwas von ihnen ganz Verschiedenes, wenn sie an der Construction der wirksamen

Kette Antheil nehmen, hier ganz solchen Qualitäten zu Folge zur Begründung ihrer Wirkfamkeit beytragen, welche auch den Körpern der sogenannten leblosen Natur zukommen. Das Nervenstück $\alpha\beta$ in *Fig. 1.* hilft allerdings die Wirkfamkeit der Kette in Gemeinschaft der übrigen Glieder der Kette begründen, aber dasselbe thut um nichts anders auch das todte γ in *Fig. 122.*, und in *Fig. 106.* theilt das Leben von n der Kette eben so wenig welches mit, als das leblose γ in *Fig. 127. 129. und 130.* Die thierische Materie hat daher als solche durchaus nichts specifisches vor der nicht - thierischen voraus, und alle Verschiedenheit, die man etwan bisher bemerkt hat, und in Zukunft noch bemerken wird, fällt bloß in die Grade, in welchen sie zur Begründung der Wirkfamkeit der Galvanischen Kette beytragen, und dennoch hat auch dies seine Grenzen, wie die eben so gute, um nicht zu sagen, bessere Leitung der Galvanischen Action durch Metalle und andere feste Galvanische Leiter, als durch thierische Theile (im feuchten Zustande, denn im völlig trocknen isoliren sie in der That so vollkommen, wie Glas, Harz, u. s. w.), und die in der anorgischen Natur um so unvergleichbar größer anzutreffende Heterogeneität der Materie, in sofern diese Bedingung Galvanischer Thätigkeit ist, als in der anorgischen Natur, aufs hinreichendste zeigt.

§. 73.

Und so deutet auch hier alles auf das schönste auf das hin, was doch zuletzt nur Resultat aller unserer Untersuchungen über die Natur der organischen Materie seyn kann, darauf nemlich, daß die lebende Materie wie die sogenannten todte, Eine Materie, und letztere von er-

sterer nur dadurch unterschieden sey, dafs im anorganischen Antheil unserer Erde, als gleichsam dem Organismus im cryptogamischen Zustand, und darum mehr dem todten Liegenden, als einem lebendig Thätigen ähnlich sehenden, im Zustand ewiger Knospe zurückgehalten wird, was im organischen Reich sich auf den Lichtreiz einer höhern Sonne zur schönern Blüte entfaltet. Sie und die Knospe bestehen aus Einem Stoffe, und beyde sind Einem Boden entwachsen, was darf's uns noch wundern, wenn ein Streit der Elemente dieses, mittelbar zugleich zum Kampf der Blüte mit denselben wird, die nun, so wie überall das Angenehme der Blume das Auge stärker reizt als das minder geschmückte Gewand der Pflanze, uns auch um so eher im Aendern ihrer Farbe, Gestalt und dem Schliessen ihrer Blätter den Schatten innerer Bewegungen deutlich wahrnehmen läßt, der bey der schwächer beleuchteten einfacheren Bildung der Knospe unser unachtsames Auge kaum rührt.

§. 74.

Wir haben endlich wirklich geleistet, was wir auf dem Titel unserer Abhandlung versprochen. Es geschah dies auf eine mittelbare Art, es gelang uns indess, sogar mit Hülfe dessen, was eben vor unserer Entscheidung die Ursache aller Ungewissheit war, bey Gegenwart erregbarer thierischer Theile in der Galvanischen Kette und vermittelt derselben, die Möglichkeit der Production einer Action in Ketten darzuthun, die kein dergleichen thierisches Organ, überhaupt nichts Thierisches enthalten; welche Action ihren Bedingungen sowohl als ihren Eigenschaften nach durchaus mit der überein kommt, die

unter den gehörigen Umständen in Ketten producirt und reproducirt wird, welche zugleich durch thierische Organe construirt werden. Wir können unsern Beweis, wenn ein wirklicher Beweis anders Grade haben kann, nun noch durch Beobachtungen verstärken, die ohne alle Beyhülfe organischer Körper angestellt sind, wo also das Anorgische unmittelbares Reagens seiner eigenen Thätigkeit war, und wir werden sogleich zu ihnen übergehen, nachdem man uns zuvor noch einige wenige Bemerkungen, die mehr Nebenumstände betreffen, erlaubt haben wird.

§. 75.

Ueberall, wo wir uns des Organs μ *Fig. 117.* und *120.* — *130.* als Reagens für eine in der Galvanischen Kette gegenwärtige Action bedienten, brachten wir es beständig nur an den feuchten Antheil derselben, an *Fig. 117.* *120.* *121.* oder γ in *Fig. 122* — *130.* Es durfte uns bisher wenig kümmern, warum das gerade nur an diesem Orte geschehen durfte, da wir nur einmal wußten, daß eben an diesem Orte jenes Organ so bestimmt über den Gehalt der Kette entschied, und die Anwendung desselben an andern Orten, als diesem, wenn sie zulässig war, keine Erweiterung der Intensität, sondern allein der Extensität unseres Beweises gegeben hätte. Man kann es aber wirklich auch in andern Verbindungen, als den bisher benutzten anwenden, nur daß sich hier mancherley andere Umstände einmischen, die den Erfolg nicht unmittelbar so rein erscheinen lassen, wie dort. In *Fig. 131.* wird bey der Verbindung von γ mit a (= Zink z. B. und b = Silber) durch r , μ allerdings in Zuckungen versetzt werden, und eben so in *Fig. 132.*; man

hat aber, wie man leicht bemerkt, hier keinesweges mehr die Reinheit des Versuchs, wie in *Fig. 122.*, da durch *ayr* neue Ketten geschlossen werden, die ebenfalls die Bedingungen für damit neu entstehende Galvanische Wirksamkeit — Untheilbarkeit in gleiche Hälften, u. s. w. — enthalten, nur daß diese Action ihrem Grade nach erweisbar keinesweges der ungleich beträchtlicheren Contraction entspricht, die μ erleidet, und also bey weitem dem größten Theile nach wenigstens, nicht von der Action jener neu geschlossenen Kette abzuleiten ist, die in *Fig. 122.* ganz wegfällt, da *ry* daselbst in Rücksicht seines innern Gehalts an Galvanischer Action der unwirksamen Construction *Fig. 130.* gleich zu setzen ist. Der Schenkel μ erleidet übrigens hierbey Contraktionen, die sowohl dem Grade, als der Zeit ihrer Erscheinung nach (ob bey Schließung oder Trennung der Kette *ayr*) sehr von einander differiren, wie μ bald die Lage wie in *Fig. 131.* oder die der *Fig. 132.* hat, oder bald in dieser bald jener Lage γ bald mit *a* bald mit *b* verbindet, welche Modificationen wieder verschieden sind bey hohem, mittlerem oder sehr niederem Grade der Erregbarkeit von μ , und um hier angeführt zu werden, wohl zu weitläufig, und erst dann einer weiteren Erwähnung werth seyn möchten, wenn sich mehrere Erscheinungen mit einander vereinigen werden, die Prämissen zu einer vollständigen Erklärung der Phänomene *Fig. 15. 115 — 117.* (u. f.) zu liefern, mit denen auch diese letzteren so entschieden und nahe verwandt sind, und wozu die Erfahrung, daß ich μ bis jetzt noch nie Contraktionen erleiden sah, wenn ich *r* an einen der beyden festen Excitatoren allein, welcher von ihnen es auch war, wie in *Fig. 133.* anbrachte, ohngeachtet sich durch sie zugleich die so gute Leitung

der Galvanischen Action durch Metalle . . . nicht wenig befestigt, wie aus mancherley Gründen zu vermuthen ist, einen nicht unwichtigen Beytrag liefern wird. — Dafs μ 's Zuckung bey der Verbindung a und b 's durch r an irgend einer Stelle zwischen dem Berührungspunkt dieser beyden und dem feuchten Körper γ nicht mehr hieher gehöre, erhellt übrigens von selbst.

§. 76.

So verdienen auch wohl hier noch einige Versuche erwähnt zu werden, die mit den eben erzählten in naher Verbindung stehen, und zugleich den Anfang zu einer Sammlung von Versuchen über die Abhängigkeit in einander greifender Galvanischer Ketten von einander machen, hier aber nur dazu dienen sollen, um auf Versuche dieser Art aufmerksam zu machen, und zu ihrer Verfolgung zu reitzen, da sie selbst einst von der größten Wichtigkeit seyn werden. Sie werden sich überdies noch in mancher Rücksicht (besonders wenn man bedenkt, dafs das sich in allen den zu erzählenden Versuchen anzutreffende Schema *Fig. 134.* nichts ist, als eine verzogne *Fig. 135.* die wieder mit den, mit den zum Beweis unseres Satzes angewandten Versuchen so genau zusammenhängenden *Fig. 131.* und *132.* einerley ist,) an den im Vorigen geführten Beweis der Gegenwart des Galvanismus in aus blofs anorganischen Substanzen construirten Galvanischen Ketten anknüpfen lassen, und nicht wenig zu der Bestätigung und Verstärkung des in dieser Hinsicht Angeführten dienen. — In *Fig. 136.* ist die Grundkette $mnab$, wo a und b zwey sehr verschiedene feste Körper, der erste z. B. Zink, der zweyte

Wismuth oder Silber, sind, bereits geschlossen, und vor jeder durch Erschütterung derselben verursachten Trennung ihrer Glieder, und davon herrührenden Contractionen gesichert. b liegt bloß auf den Muskeln von μ , und μ wird daher (im Zustande gewöhnlich hoher Erregbarkeit) bey der Schließung der Kette nicht contrahirt. Wenn man aber nachher den Nerven r desselben mit b (in α) in Berührung bringt, so wird μ , obschon die Erregbarkeit desselben ziemlich niedrig stehe, dennoch stark contrahirt werden, indessen m in Ruhe bleibt. Dasselbe ist der Fall in *Fig. 137.*, wo γ ein Stück Muskelfleisch oder nasser Schwamm ist. Jetzt läßt man in der Grundkette m und seinen Nerven n weg, wie in *Fig. 138.*, wo γ einen durchaus nicht-thierischen Theil, z. B. eine Schicht Wasser, bedeutet, und demohngeachtet wird μ , sobald r mit b in Berührung tritt, contrahirt. Man wundert sich, die sonst nur wenig wirksame Kette $b\gamma$ (= N. P. H. M., s. Humboldt) so wirksam zu sehen. Man wundert sich noch mehr, in *Fig. 139.* dieselben Contractionen zu sehen, wo das untere γ ein dem obern gleichender nicht-thierischer Körper, und vor allem in *Fig. 140.*, wo μ und μ' zwey auf gleichem Grade der Erregbarkeit, und in gleichem Verhältniß zu b stehende Froschschenkel sind, da die Kette $\mu r \gamma b \gamma r \mu'$ für sich allein durchaus unwirksam ist. Die Seitenkette $ab\gamma$ ist es daher bloß, welche jene Erscheinungen bestimmt, und nach der Construction dieser muß sich also auch wohl das durch sie seitwärts bestimmte richten. So ist es aber auch. Man öffne in *Fig. 136 — 140.* die Grundkette durch Entfernung der Enden a und b 's von einander, und nun sind alle Bemühungen, b in *Fig. 136 — 139.*, oder μ , oder μ' , oder beyde zugleich in *Fig. 140.* zu contrahiren, vergebens.

Eben so vergebens sind sie in *Fig. 141* wo b und b homogen sind, und in *Fig. 142.*, wo $\gamma b \delta a b \gamma$ eine wirkfame Kette ist, in der δ einen Wassertropfen bedeutet, wird μ wieder contrahirt, aber es ist todt in *Fig. 142.*, wo zwey δ eintreten und die Kette in $\gamma b \delta a \delta b \gamma$ verwandelt wird. — Dafs indess in diesen Versuchen gleichfalls die Wirkung nicht erst mit der Schliessung durch μr in die Kette komme, kann man daraus ersehen, dafs in *Fig. 139.* (nach geschlossener Grundkette $\gamma a b \gamma$) μ (bey der Verbindung der beyden γ durch μr) mit derselben Stärke zuckt, als in *Fig. 144.*, wo, da die Fortdauer der Wirkung in jeder einmalgeschlossenen Galvanischen Kette während dem Geschlossenfeyn derselben schlechthin und längst erwiesen ist, (und hier mit der Gegenwart des reizbaren Organs wirklich alle Bedingungen zur Wirkfamkeit, oder diese selbst, da sind oder ist, ehe μr die beyden γ rechter Hand verbindet,) wo, sage ich, doch ein so grosser Unterschied in Rücksicht der Grundkette, und damit auch dessen, was sie seitwärts bestimmen kann, bey der Voraussetzung da seyn würde, dafs in *Fig. 139.* vor der Schliessung mit μr in $\gamma a b \gamma$ keine Action, also das völlige Gegentheil von dem in *Fig. 144.*, vorhanden wäre, welchem vorausgesetzten Unterschied aber der in beyden Fällen gleiche Erfolg für μr nicht im geringsten entspricht. Ferner zuckt in *Fig. 144.* bey der Schliessung mit μr nur μ allein, keinesweges m , was doch auf jeden Fall geschehen müfste, wenn bey der Schliessung mit μr eine neue Action in die Grundkette träte, ohne die μ doch der Voraussetzung nach nicht contrahirt werden kann, womit aber nothwendig die Erhöhung der in der Grundkette, im jetzigen Fall in *Fig. 144.* bereits vorhandenen, und damit (selbst nur bey mässiger Erregbarkeit von

m,) Contractionen von *m* verbunden seyn würden, welche letzteren auch sogleich erfolgen, als man wirklich eine neue Action zu der in der Kette *nyabyn* bereits vorhandenen bringt, wenn man z. B. in *Fig. 145.*, wo *a* Zink und *b* Silber bedeutet, dieses Silber und das nasse Schwammstück oder die Wasserschicht *γ* rechts mit Kohle oder Reifsbley, (oder krySTALLisirtem Braunsteinkalk) *c* verbindet, also die Action der Kette (nach der in *m. Beweis*, u. f. w., §. 22. S. 147. gebrauchten, und ihrer scheinbaren Einseitigkeit wegen S. 74. und 146. gerechtfertigten Bezeichnungsmethode) = (Zink + Silber) + (Silber + Reifsbley) = Zink + Reifsbley (s. a. a. O. §. 13. S. 72.) ist, da es hingegen völlig ruhig ist, wenn *c* und *b* homogen sind, die Action der Kette also um nichts vermehrt wird. Auch zuckte *m* in *Fig. 145.* bey Berührung zweyer Punkte seines Nerven *n* mit einem Bogen nassen Schwamm, Muskelfleisch, einer Schicht Wasser, u. f. w., auf dieselbe Art, wie *v* in *Fig. 120.* von *r* berührt wird, mit keiner nur merklich verschiedenen, sondern mit gleicher Stärke vor und nach der Schließung mit μr , welches, da sich doch die Stärke dieser Zuckungen genau nach der Intensität der Action richtet, auf eine vor und nach der Schließung mit μr gleich starke, oder auf keine veränderte Action in der Kette *nyabyn* schliessen läßt. Dafs aber übrigens die mit der Schließung von μr bey begünstigender Beschaffenheit der Grund-Kette *ab* u. f. w. bestimmte Wirkung auf *r* mehr denn momentan sey, das findet man durch einen ähnlichen Bogen, durch welchen man zwey Punkte auf *r* auf die Art wie vorhin bey *n* verbindet, ein Reagens, dessen Vortrefflichkeit wir im Vorigen hinlänglich kennen gelernt haben, und über dessen Wirkungsweise diese Beobachtung zugleich einige Be-

lehrung giebt, indem sie zeigt, daß er, wie er auch ausserdem noch wirke, wenigstens zu einem grossen Theil durch Ableitung eines mehr oder minder beträchtlichen Anthells von Action aus der geschlossenen Kette thätig sey, indem sich aus diesem Bogen die Ableitung zum zweyten, und aus diesem zweyten Bogen wohl zum dritten . . . Male vornehmen läßt, nur daß natürlich bey zunehmender Zahl der Ableitungen das Quantum des Abgeleiteten, und folglich die Intensität seines erregenden Einflusses auf diesen Bogen, als erregbares Organ, abnehmen muß.

Z w e y t e A b t h e i l u n g.

Die Gegenwart der Galvanischen Action oder des Galvanismus in Ketten, deren Glieder einzig aus der anorganischen Natur genommen sind, erwiesen durch Versuche, in welchen diese Glieder selbst die Reagentien der durch sie begründeten Thätigkeit sind.

§. 77.

Es ist ein eben nicht seltenes Phänomen, daß wir mit Wahrheiten, die wir aus andern bloß ableiteten, glaubten wir auch mit fester Zuversicht, überall dabey mit idealischer Strenge verfahren zu seyn, mit einer gewissen Schüchternheit, gleichsam als stünden wir doch nicht so ganz für sie, umgehen, so lange es uns, wenn das überhaupt ihre Natur erlaubt, noch nicht gelungen ist, sie in unmittelbare Wahrnehmung zu bringen, und uns den recht eigentlichen Beweis derselben durch sie selbst zu geben, kurz, wir ziehen überall das a poste-

riori dem a priori vor, und lassen dem letzten nicht ungern oft dann erst volle Gerechtigkeit wiederfahren, nachdem wir uns in den Besitz des ersteren gesetzt haben. Diese Schüchternheit, dieses Mistrauen gegen uns selbst, wächst, je mehr es unser Geschäft mit sich brachte, die Schärfe unserer Logik durch das Experiment prüfen zu müssen, und wer diese Prüfung recht oft anzustellen Gelegenheit hatte, wird es wissen, wie häufig man genöthigt werde, eine Schlussreihe gerade zu für falsch zu erklären, in der man vorher nicht den mindesten Fehler auch nur geahndet hatte. Und hätte auch die practische Naturforschung durchaus keinen weiteren Nutzen, so würde sie eben schon dadurch, daß sie uns auf eine so trefliche Weise zur Rechenprobe unserer Urtheile und Schlüsse dient, schon über alles erhaben seyn, und es so gut, wie Mathematik u. dergl. verdienen, einen Theil der Studien derer auszumachen, welchen daran gelegen ist, ihre Denkweise zu rectificiren, und zugleich das auszubilden, was man im Allgemeinen mit dem schicklichen Namen: Wahrheitsgefühl, bezeichnet. Es erregt in der That Verwunderung, daß man sich bisher noch so wenig darüber verwundert hat, wie wir nur dazu kommen, von der Natur so unbedingte Consequenz, so absolute Uebereinstimmung ihrer Handlungen mit unsern Gedanken zu fordern, daß wir sogar, ohne unsere Eigenliebe dadurch zu beleidigen, lieber uns selbst eines Fehlers zeihen, als daß wir es uns nur von Ferne in den Sinn kommen ließen, der Natur eine Inconsequenz in ihrem Verfahren zuzumuthen, wenn wir und die Natur von gleichen Prämissen nicht zu gleichen Resultaten gelangen. Dieses Vertrauen auf die Untrüglichkeit der Natur ist nichts desto weniger so tief in uns befestiget, wir wer-

den jeden Augenblick durch unzählige Beweise davon so sehr darin bestärkt, daß wir, selbst wenn uns eine tiefere Untersuchung der Gründe unsers Glaubens an sie keinen höhern Beweis für die ewige Idealität dieser Consequenz zu geben im Stande wäre, dennoch zu keiner Zeit von diesem Glauben lassen werden. Zu jeder Zeit wird also auch die Natur fortfahren, unsere beste Logik zu seyn; die Zusammenstimmung dessen, was wir aus gewissen Erscheinungen unter gewissen Umständen für gewisse andere Umstände folgern, mit dem, was die Natur wirklich unter diesen Umständen thut, wird immer am schönsten die Richtigkeit der aufgefaßten Prämissen und ihrer Verarbeitung, so wie die Disharmonie desselben mit dem Schluß der Natur aus denselben Prämissen am strengsten ihre Fehlerhaftigkeit dardun, und eine lange Uebung seiner selbst als practischer Naturforscher am fähigsten seyn, theils uns von unserer Trüglichkeit, die nicht selten unsere Erwartung übersteigt, zu belehren, theils uns eine deutliche Idee von dem zu geben, was wir nicht unrecht Physiognomie der Wahrheit nennen könnten. Wir werden dadurch vorsichtiger, und unsere Liebe zur Erfahrung stärker werden, und das durch die Befriedigung der letztern, wie durch die damit allmählig wachsende Habilität des Geistes begründete schnellere Fortschreiten in unserm wirklichen Wissen, wird, ohne des mit ächter Naturforschung so unzertrennlich verbundenen eignen Genusses zu gedenken, die geringe Mühe, die wir darauf verwenden, tausendfach belohnen.

§. 78.

Ich kann wohl gestehen, daß ich den ganzen in der vorigen Abtheilung dieser Abhandlung mittelbar ge-

führten Beweis der Möglichkeit der Begründung der Galvanischen Action ohne Beyhülfe thierischer Körper mit eben der Schüchternheit geführt haben würde, die ich so eben geschildert habe, und ihn daher lieber noch zurückgehalten hätte, weil ich vermuthen durfte, daß auch andere ihm noch nicht die Gültigkeit zugestehen möchten, die ihm durch unmittelbare Bestätigung seiner Richtigkeit zu Theil werden mußte, wenn ich nicht dahin gekommen wäre, ihm letztere wirklich geben zu können. Wir werden nun desto inniger davon überzeugt werden, und in der Geschichte desselben abermals bestätigt finden, was die Natur uns fast bey jeder Unterredung mit ihr mehr oder minder deutlich, wenn auch nicht immer von uns verstanden, sagt, nemlich, daß sie mit uns von gleichen Prämissen ausgehend, sicher auf gleiche Resultate gelange, sobald wir nur dabey so verfahren, wie es seyn muß, wenn wir unser Verfahren consequent nennen wollen; daß demnach das Gesetz ihres Handels das Gesetz unsers Denkens sey, wir also dreist von ihr fordern können, daß das, was wir nur richtig aus Thatfachen der Natur, die ja doch bey aller Naturforschung nur unsere einzigen Prämissen seyn dürfen, gefolgert haben, auch sicher in ihr wiederzufinden seyn müsse, eine Ueberzeugung, die nicht wenig dazu beyträgt, das Zutrauen auf unsere eigene Kraft zu stärken, sie selbst weiter auszubilden, und das Eindringen in die Geheimnisse der Natur zu beschleunigen.

§. 79.

In allen den in der ersten Abtheilung dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen waren thierische Organe

die Reagentien, für eine in der Galvanischen Kette ohne solche gemuthmaßte Action. In einem unmittelbaren Beweis unseres Satzes aber müssen auch diese wegfallen; nichts darf hier Reagens seyn, als die Glieder der Kette selbst. Wodurch aber würden sie uns von dem, was im Innern des Organs vorgeht, belehren können, wie werden sie es sichtbar machen, das Unsichtbare, den Geist gleichsam übertragen in die Materie? — Am thierischen Organ ist die nächste Anzeige der Galvanischen Action, oder vielmehr ihres Ein- und Austritts, Raumsverminderung des Organs, Contraction, die durch eine ihr unmittelbar folgende Wiederherstellung des vorigen Volums wieder aufgehoben, und so das Organ seiner äußern Erscheinung nach scheinbar wieder völlig in den vorigen Zustand versetzt wird. Von solchen momentanen dem Auge wahrnehmbaren Veränderungen kommt aber bey Schließung und Trennung der Galvanischen aus bloß anorganischen Körpern construirten Kette nichts vor; diese werden uns also kein Merkmal des Vorhandenseyns der Wirksamkeit in ihnen abgeben können. Aber so wie jene sichtbaren momentanen Veränderungen des thierischen Organs selbst nur Ausdruck einer Veränderung sind, die in dieses Organ durch den Ein- und Austritt einer länger auf dasselbe wirkenden Action kommt, deren fortdauerndes Eingreifen in den dynamischen Zustand des Organs einen sehr hohen Einfluss auf letzteren hat, dessen Product außer andern Nebenerscheinungen sich vorzüglich als eine mehr oder minder beträchtliche, bald positive, bald negative Modification seiner Erregbarkeit ausweist, so bliebe auch für den todten Körper in der Galvanischen Kette immer noch dieser längere Einfluss der Action der Kette auf die Glieder derselben übrig, und

dieser allein müßte es seyn, welchem eben so durch die Länge der Zeit in ihrer Summe anwachsende Veränderungen irgend eines oder des andern Gliedes der Kette correspondirten.

§. 80.

Worin aber soll diese Veränderung bestehen? — Wir würden diese Frage sehr bald beantworten können, wenn uns die Natur des Vorgangs genauer bekannt wäre, dessen Ausdruck für das Organ jene Modification seiner Erregbarkeit ist, um von der Natur der Veränderung des einen auf die des andern analogisch schliessen zu können. Eine Untersuchung über dieselbe möchte möglich, und in ihren Folgen auch glücklich seyn können; sie wird indess an einem andern Orte von noch höherem Interesse, als hier, seyn, und wir sparen sie noch überdies darum bis dahin auf, weil ihre Weitläufigkeit ihr für diesen Ort den Platz verlaget. Jene Frage beantworten wir daher vor der Hand bloß durch die Untersuchung, unter welcher Gestalt sich diese Veränderung äussern müsse, um von uns sinnlich bemerkt werden zu können, und bey welcher wir sehr bald finden, daß ohne Hinzukunft eines fremden Körpers nichts übrig bleibt, als der chemische Proceß. Als Mischungsveränderung müßte uns also das Product jenes Einflusses erscheinen, und dies wird um so wahrscheinlicher, wenn uns schon die rohe Wahrnehmung zeigt, daß auch dem Galvanismus lange unterworfenen thierische Theile Aenderungen erleiden, die wir mit keinem andern Worte bezeichnen können, von welcher Art z. B. das frühere Faulen lange Galvanisirter Organe, und die Secretion ihren, mit innerer Mischung auf das genaueste zusammenhängenden

physischen Eigenschaften nach, sehr von ihrer gewöhnlichen Beschaffenheit abweichender Flüssigkeiten, durch von andern Reitzen krankhaft afficirte, wie z. B. durch Cantharidenpflaster wundgezogene Stellen des Körpers, auf den Einfluß des Galvanismus, sind. Dürften wir endlich die Ahndung jedes mit dem jetzigen Zustand der Chemie genauer Bekannten, die über kurz oder lang sicher ihre Rechtfertigung erhalten wird, für bereits erwiesene Wahrheit nehmen, daß nemlich aller chemische Proceß nichts als ein bald so bald anders verkleideter Oxy - und Desoxydationsproceß, der Sauerstoff also die Axe aller chemischen Rotation auf Erden sey, was hätten wir dann für die durch die Galvanische Action zu modificirenden anorganischen Körper anders zu erwarten, als eine Modification, deren Factor der Sauerstoff, der Proceß also oxy - oder desoxygenirend, oder, da ja keiner dieser Processe einzeln Statt haben kann, sondern immer soviel vom einen den andern begleitet, als der andere selbst beträgt, daß es ein aus beyden zusammengesetzter Proceß sey, durch welchen die Einwirkung des Galvanismus auf Körper aus der anorganischen Natur offenbar wird. Die genauere Betrachtung der wirklichen Bedingungen der Wirksamkeit des Galvanismus scheint vollends alle Zweifel zu entfernen, die noch darüber möglich wären.

§. 81.

Die Fundamentalbedingung der Wirksamkeit des Galvanismus ist die Zusammenkunft wenigstens zweyer heterogener Leiter des Galvanismus von einerley Form der Aggregation, und einer von der vorigen verschiedenen Form derselben, also entweder zweyer fester

und eines flüssigen, oder eines festen und zweyer flüssiger. Die festen im völlig trockenen Zustande den Galvanismus leitenden Körper sind allesammt (die einzige Kohle ausgenommen, deren ebenfalls metallische Natur aber vielleicht eben dadurch indicirt wird, daß sie sich in ihrem Verhalten zum Galvanismus, wie in so vielen andern Hinsichten, mitten unter die Metalle und die metallhaltigen Stoffe stellt, ein Verhältniß, was wohl eine genauere Prüfung, als man ihm bisher zu Theil werden liefs, verdiente,) metallischer Natur; aber alle Metalle und dergleichen enthaltende und den Galvanismus leitende Substanzen sind (bis auf den krySTALLisirten Brauneisinkalk, wiewohl noch die Frage ist, ob er eine wirkliche Ausnahme macht,) ausgemacht oxydirbare Körper. Alle flüssigen Galvanischen Leiter im Gegentheil könnte man als oxydirte Substanzen betrachten, da sie wirklich sämmtlich (selbst den Alkohol und Aether nicht ausgenommen) Sauerstoff, nur bald mehr bald weniger enthalten, und überaus merkwürdig ist es gewiß, daß gerade diejenige flüssige Substanz, die unter allen am geschicktesten scheint, Galvanische Wirksamkeit, wenn sie mit andern festen und flüssigen Körpern in Conflict kommt, zu begründen, und der selbst alle übrigen flüssigen Körper ihr Leitungsvermögen für Galvanismus zu verdanken scheinen, das Wasser, unter allen uns bekannten den meisten Sauerstoff, und zwar an einen solchen Stoff gebunden enthält, der ihn (unter den gehörigen Umständen) allen übrigen oxydirbaren Stoffen zu entziehen, und gleichwohl einzig an alle dieselben wieder abzugeben im Stande ist, wodurch das Wasser (vergl. M. Fulhame Versuche über die Wiederherstellung der Metalle u. s. w. a. d. Engl. v.

Lentin. Göttingen. 1798. 8. S. 239 — 261. und meinen Auszug daraus in Scherer's allg. Journ. der Chemie B. 1. St. 4. S. 441. 442.) zur einzigen Quelle, aus welcher oxydirbare Körper oxydirt werden, und dadurch gleichsam zum Mittelpunkt aller Oxy- und Desoxydationsprocesse, erhoben wird.

§. 82.

So vereinigen sich also gerade in denjenigen Constructionen Galvanischer Ketten, die durch ihre Wirksamkeit einer vorzüglichen Auszeichnung vor den übrigen fähig sind, wirklich die Bedingungen eines chemischen, und wenn dieser von jenem nur eine Unterabtheilung seyn sollte, eines Oxydationsprocesses, auf das vollständigste, und schon dieser Umstand läßt abnden, was ich in Zukunft noch auf das deutlichste zu erweisen im Stande seyn werde, daß Galvanischer und chemischer Proceß in sehr naher Verwandtschaft mit einander stehen müssen. Zwey verschiedene Metalle und Wasser, oder wasserhaltige Feuchtigkeit werden die Bedingungen Galvanischer Wirksamkeit so vollständig, als die eines Oxydationsprocesses enthalten, und es scheint gewiß zu seyn, daß sich der Einfluß der Galvanischen Action auf dieses oder jenes Glied der Kette, wenn er sich chemisch äußern soll, durch nichts anders äußern werde, als durch die Oxydation eines der festen und aller Wahrscheinlichkeit nach des oxydirbareren von beyden, und eine gleichzeitige Desoxydation des Wassers, (die aber freylich unter dem Zutritt der Atmosphäre ganz das Entgegengesetzte zu seyn scheinen muß, wenn sich der dabey entbindende Wasserstoff im Augenblick seiner Abscheidung

mit dem Sauerstoff der Atmosphäre sogleich wieder zu neuem Wasser verbindet.)

§. 83.

Aber diese Bedingungen sind von der Art, daß sie auch ohne unsere Absicht zeither in vielen Fällen, und damit die Wirkungen, die im Fall des Vorhandenseyns jener Wirksamkeit mit ihnen gegeben sind, auf das vollkommenste Statt gefunden haben müssen. Wo deutet denn aber auch die ausgemachte Beschleunigung des Oxydationsprocesses bey Metallgemengen oder - Gemischen hin? Hat die Bedingung, in sofern sie die festen Leiter betrifft, nicht bey jedem Amalgama, bey jeder Metallmischung Statt, und wird sie nicht wirklich schneller verkalkt, als jedes der beyden Metalle für sich? Und wer kennt nicht die leichte Oxydirbarkeit mehrerer anderer Metallmischungen, z. B. der Schriftgießermasse, des Schnellloths, u. s. w.? Diese Verkalkung geschieht um so schneller, je höher der Grad der Feuchtigkeit der Luft ist, gerade als wenn dasjenige einen Hauptfactor des Processes ausmache, was eben Galvanische Prozesse so sehr begünstigt, nemlich das Wasser, was diese Luft aufgelöst enthält. So sah De Luc Stahlfedern in Quecksilber schneller rosten, als ausser demselben, und eine uralte Beobachtung, von der man vorzüglich in den ältern alchemischen Werken interessante Beyspiele antrifft, ist es, daß Zink, Zinn, Bley, u. dergl., durch bloße Vermengung mit edlern Metallen, als Gold oder Silber, weit mehr zur Verkalkung disponirt werden, als sie es ausserdem sind.

§. 84.

Vorzügliche Aufmerksamkeit aber verdienen die neueren Beobachtungen des D. Afh aus Oxford über die Veränderungen, welche durch die Berührung gleichartiger und ungleichartiger Metalle hervorgebracht werden, und von denen er in einem Brief an den Herrn von Humboldt Nachricht giebt, welchen dieser in dem I. Band seiner Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfafer, S. 472. 473. mittheilt. Afh legte zwey homogene Zinkplatten mit Wasser befeuchtet auf einander, so dafs sie in so vielen Punkten, als möglich, mit einander in Berührung kamen, und bemerkte äufferst wenige Wirkung. Eben so wenige, wenn er Silber auf Silber unter gleichen Umständen legte. Brachte er aber auf die nemliche Art Zink und Silber zusammen, so war der Effect sehr stark. Der Zink schien sich zu oxydiren, und die ganze Oberfläche der angefeuchteten Silberplatte war mit einem feinen weissen Staube, mit Zinkkalk bedeckt. Bley und Quecksilber wirkten eben so stark auf einander, so auch Eisen und Kupfer. Von Humboldt wiederholte diese Versuche, und fand sie auf das vollkommenste bestätigt. (S. a. a. O. S. 474. u. f.) Er liess nassen Zink auf Glas verkalken, und anderen auf Silber. In gleichen Zeiten war auf dem Silber drey- mal mehr Zinkkalk entstanden, als auf dem Glase.

§. 85.

Beyde Naturforscher empfehlen zwar, dafs beyde feste Substanzen sich in so vielen Punkten, als möglich, berühren, und man sieht daraus, dafs sie keinesweges die vollkommene Herstellung der Bedingungen Galvani-

scher Action beabsichtigen, bey der nicht mehr als Ein Punkt, in dem sie sich berühren, erforderlich ist; wenn man indess bedenkt, das es der Kunst schlechterdings unmöglich ist, zwey Metallplatten so eben abzufeilen oder zu schleifen, das sie sich durchaus in jedem Punkte berühren sollten, das also, wären die Metalle nicht elastische Körper, ein außerordentlicher Zufall dazu erforderlich wäre, wenn sich je zwey Platten, wären sie auch noch so groß, in mehr als drey Punkten wirklich berühren sollten, das aber bey aller ihrer Elasticität demohngeachtet Stellen genug vorkommen müssen, wo sie sich nicht unmittelbar berühren, bedenkt man also, das in jenen Versuchen nichts als ein Aggregat vielleicht einer fast unzähligen Menge Galvanischer Ketten, und in jeder die Bedingungen ihrer Wirksamkeit vorhanden seyen, hält man damit den wirklich erfolgenden, bloß dieser Zusammenkunft heterogener Metalle zuzuschreibenden besondern Effect zusammen, was hindert noch, wirklich letzteres für das anzusehen, was man erwartet, für das Product derselben Wirksamkeit, welche gegen ein thierisches Organ gerichtet, es in Contractionen versetzt, seine Erregbarkeit modificirt, u. s. w.? —

§. 86.

Es ist indess hier doch noch ein Umstand gegenwärtig, der beym gewöhnlichen Galvanisiren wegfällt, und dessen Gegenwart sogar in solchen Versuchen, wo thierische Organe auf die Action der Kette reagiren, die Wirkung für einen in gewisser Entfernung von dem Berührungspunkt der Metalle unter einander gegebenen Ort beträchtlich schwächt, wie man das an der unter Wasser

geschwächten Wirkung des Galvanismus auf das erregbare Organ sehr deutlich wahrnehmen kann; ich meine den, daß zwischen den Metallen bis zum gemeinschaftlichen Berührungspunkt hin Feuchtigkeit zugegen ist, ein Umstand, der allerdings im Stande ist, strenge Gegner zu veranlassen, dieser Auslegung noch nicht volle Gültigkeit zuzugestehen. Ich bin daher bemüht gewesen, zu untersuchen, ob nicht derselbe Erfolg Statt hätte, wenn die Feuchtigkeit nicht bis zum gemeinschaftlichen Berührungspunkte der Metalle unter einander mit ihnen in Verbindung stände, sondern dieselben bloß an einem von diesen entfernten Ort verbande, gerade so, wie dies in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen Statt hat, wo ein Nerv zwey Metalle ohngefähr dergestalt verbindet, daß alle drey ein Dreyeck bilden, dessen eine Seite der reizbare Nerve, die beyden andern aber die beyden Metalle sind. Ich stellte zu diesem Behuf folgende Versuche an.

§. 87.

Auf das platte Brustbild einer grossen Silbermünze setzte ich einen Tropfen destillirtes Wasser, und legte eine reine Zinkplatte so auf denselben, daß sie auf der einen Seite auf dem Rande der Münze auflag, auf der entgegengesetzten aber durch ein Stückchen Glas von ihm entfernt gehalten, und der Tropfen zwischen beyden zwar aber dergestalt gepresst wurde, daß er weder mit dem Stückchen Glas, noch mit der Stelle, wo beyde Metalle sich vereinigten, in Berührung kam. Das Ganze wurde bey einer Temperatur von etwan 16° Reaum. vier Stunden lang ruhig liegen gelassen, nach dieser Zeit aber aus einander genommen. Das Wasser war ganz milch-

weifs geworden und halb vertrocknet, es liefs sich eine merkliche Quantität entstandener weifser Kalk absondern, den ich aufhob. Beyde Metalle wurden gereinigt, neues Wasser zwischen sie gebracht, und die Verbindung von neuem wieder hergestellt, doch mit der Abänderung, dafs an der Seite, wo vorhin sich die Metalle berührten, ein Streifchen Papier dieselben von einander getrennt hielt, also überhaupt keine leitende Galvanische Kette geschlossen war. Die Entfernung beyder Metalle da, wo das Wasser sie berührte, und die äufsere Temperatur war übrigens dieselbe. Bey dem Auseinandernehmen nach ebenso langer Zeit wie vorhin, d. i., nach vier Stunden, fand sich nur wenig Kalk vor, es war nicht möglich, eine bemerkliche Quantität von dem Silber abzusondern. Auch bildete in letzten Fall der Kalk innerhalb des Wassers mehr einen Ring concentrisch mit den Grenzen des Wassers, anstatt vorhin die ganze Wasserfläche fast gleichförmig damit überzogen war. — Eine ähnliche Vorrichtung blieb 10 Stunden ruhig stehen, aber ebenfalls nur ein schwacher Ring von Kalk war entstanden, und die Menge desselben keiner Abnahme und Schätzung fähig, und statt, dafs in dem ersten Versuche der Zink wirklich angefressen war, hatte er in diesem fast nichts von seinem Glanze verloren. Nach Reinigung der nemlichen Metalle construirte ich eine neue Kette, die wirklich geschlossen wurde, d. i. wo beyde Metalle sich an einem Punkte wirklich berührten, und nach vier bis fünf Stunden fand sich ziemlich die nemliche Menge Zinkkalk wieder vor, wie in dem ersten Versuch. Ich habe diese Versuche sehr oft wiederholt, immer aber mit dem gleichbleibenden Erfolg, dafs weit mehr Kalk in derselben Zeit entstanden war, wenn die Metalle ein-

ander berührten, als wenn sie durch einen isolirenden Körper, auch Luft, von einander, selbst in den möglichst kleinsten Entfernungen von einander gehalten wurden.

§. 88.

Da chemische Processe so entschieden durch Wärme beschleunigt werden, so untersuchte ich, ob auch hier dies der Fall seyn würde, und ich hatte mich nicht getäuscht. Auf zwey Zinkplatten setzte ich auf jede zwey Tropfen Wasser, auf die eine brachte ich eine Silberplatte dergestalt, daß das Wasser sie in ziemlich großer Fläche berührte, daß sie auf der einen Seite auf dem Zink unmittelbar auflag, auf der andern Seite aber durch ein Stückchen Glas von ihnen entfernt gehalten wurde; auf der andern wurde eine gleiche Silberplatte genau unter die nemlichen Umstände versetzt, nur daß sie an keinem Punkte den Zink berührte, sondern durch ein Stückchen dazwischen gelegtes Papier von ihm entfernt gehalten wurde. Beyde Zinkplatten wurden auf einer Glastafel über ein Kohlenbecken gebracht, und so nach und nach beyde gleich stark erwärmt. Nach etwa vier Minuten wurde alles geöffnet. Auf dem Zink, wo die Kette nicht geschlossen gewesen, fand sich kaum eine Spur von Verkalkung, dagegen auf dem, wo die Kette geschlossen gewesen, die ganze Fläche stark verkalkt war. Alles wurde wieder genau unter die vorigen Umstände gebracht, nur daß die vorher ungeschlossene Kette jetzt die geschlossene wurde, und die vorhin geschlossene jetzt ungeschlossen blieb. Ueberdies erhielt die ungeschlossene Kette noch die stärkere Hitze. Nach wenig Minuten war das Wasser bey beyden verdampft, und der Zink in der geschlosse-

nen Kette ohne Verkalkung, indess der Zink der geschlossenen Kette in der ganzen Fläche, in welcher er mit dem Wasser in Berührung gestanden hatte, oxydirt war. Dieser Versuch wurde wiederholt, die ungeschlossene Kette abermals der grösseren Hitze ausgesetzt, mit dem Erhitzen aber nicht bis zum gänzlichen Verdampfen aller Feuchtigkeit angehalten. Das Wasser der ungeschlossenen Kette war noch ganz hell, und der Zink ohne Verkalkung, in der geschlossenen Kette aber war das Wasser vom entstandenen Zinkkalk bereits milchigt geworden.

§. 89.

Aber nicht bloss diese beyden Metalle, Zink und Silber nemlich, brachten diese Veränderung hervor. Ich sah sie, nur nach Verhältniß ihrer Galvanischen Wirksamkeit bald in stärkerem, bald in minderm Grade, bey Zink und Reifsbley, Zink und Wismuth, Zink und Kupfer, so wie bey Zinn und Silber, Zinn und Reifsbley, oder mit Bley und Silber erfolgen, und beym Zinn vorzüglich war der Versuch um so entscheidender, da sich dasselbe in einer Zeit von der Länge der Dauer des Versuchs, wenn es mit keinem fremden Metall in Berührung ist, fast gar nicht mit Wasser verkalkte, indess es sogleich geschah, als Zink mit Silber in Berührung gebracht und beyde am entgegengesetzten Ende durch einen Tropfen Wasser verbunden worden. Setzt man auf Messing, auf Kupfer, oder auf Wismuth, einen Tropfen Wasser, so bemerkt man nach einiger Zeit einen mehr oder minder merklichen Flecken auf den genannten Metallen; hat man mit dem Wasser und dem Metall ein zweytes in der Galvanischen Reihe, welche oben mit dem krySTALLisirten Braunkalk anfängt, und mit Zink unten endiget, höher

stehendes Metall, z. B. Silber, oder auch Braunstein, in Berührung gebracht, so wird dieser Fleck in derselben Zeit weit auffallender, ja er geht selbst in wirkliche sichtbare Verkalkung über. Auf Silber sogar, auf welches ich in Wasser kleine Stückchen reinlichen krySTALLIRten Braunteinkalk legte, spielte nach etlichen Stunden das Wasser mit Pfauenfarben, und es setzte sich schwärzlicher Staub zu Boden, der durchaus nicht vom Braunstein herrührte, welcher seinen vollen Glanz behielt, sondern einzig vom Silber, welches allein matt geworden war. Uebrigens erschien der entstandene Kalk nur darum schwarz, weil der Versuch im Tageslichte geschah. Dasselbe Stückchen Braunteinkalk auf Glas in Wasser gelegt, gab nicht eine Spur pulverichten Absatz.

§. 91.

So hat es sich also bestätigt, daß wir den Erfolg in den Versuchen des Dr. A f h (s. §. 84.) mit Recht schon für etwas halten durften, was wirklich einer, aus einer Verbindung verschiedener Galvanischer Leiter differenter Formen der Aggregation in gewisser Folge zur Figur geordnet, resultirenden Action entspreche. Wie unter der Gegenwart thierischer Körper, so trat auch in ihrer Abwesenheit mit dem Uebergang der zuvor in Gestalt einer Linie miteinander verbundenen Körper anorganischer Natur zur Figur, bey der Schließung der Kette, eine Wirkung ein, welche fehlte, wenn man diese Schließung unterliefs. Diese Wirkung, Galvanismus in der weitesten Bedeutung genannt, hatte Einfluß auf die chemische Qualität der sie begründenden Körper, und ohngeachtet es bis jetzt noch nicht entschieden ist, ob eben dieses Begründen selbst die

Urfache dieser Qualitätsmodification, oder ob diese erst eine Folge der Wirkung des bereits Begründeten auf jene Körper sey, so kann uns dies doch keinesweges hindern, das wirklich Erfolgte seiner Quelle nach für identisch zu halten mit dem, was für ein thierisches Organ in Ketten ähnlicher Construction aus der in ihnen gegenwärtigen Action resultirt, da erstens jene Ungewissheit über das Verhältniß der die Action der Kette begleitenden Erscheinungen zu ihr selbst bis jetzt noch eben so gut bey der Gegenwart thierischer Theile Statt findet, und zweytens doch beyde Vorgänge Einem und demselben, und gerade dem coexistiren, was ganz eigentlich den Grundcharacter der Galvanischen Action ausmacht, nemlich einer mit dem Uebergang der in eine Linie geordneten Körper gewisser Qualität zur Figur beginnenden Action. Es ist durch die vorigen Versuche, welche der mannigfaltigsten Modificationen fähig sind, in ihrem Hauptresultat indess beständig übereinstimmen werden, hinlänglich und unmittelbar erwiesen, dafs auch Galvanische Ketten aus blofs anorganischen Körpern möglich sind, bey deren Schließung eine Action eintritt, welche wegfällt, so wie die Kette geöffnet wird; die Art, wie dieser Beweis geführt wurde, that zugleich dar, dafs diese Action auch in anorganischen Körpern von ihr herrührende, sichtbare, bemerkbare Qualitätsmodificationen bewirken könne, und die Form der Bewirkung dieser Modificationen zeigte, dafs sie nicht die Folge einer momentanen Wirkung der Kette, sondern einer so lange, als die Kette geschlossen bleibt, fort dauernden Action seyen, da der Proceß, in welchem

sich diese Action dem Sinne äußerte, so lange fortdauerte, als die Kette nicht geöffnet wurde, die Figur nicht zur Linie zurückkehrte.

§. 92.

Die aus der Uebereinstimmung der in Ketten, welche außer den leitenden anorganischen Stoffen noch thierische Substanzen enthalten, und denen, die aus bloß anorganischen Körpern gebildet sind, gegenwärtigen Actionen, ihren Hauptcharacteren, nemlich: Entstehung beym Uebergang der Linie zur Figur, und Fortdauer während dem Geschlossenbleiben der Figur, nach, hervorgehende Identität beyder Actionen, erhält noch weitere Ausdehnung, wenn man ihre Äußerungen in diesem und jenem Falle ferner mit einander vergleicht. Nach jenen beyden Characteren der Galvanischen Action ist der wichtigste derselben die entschiedenere Äußerung ihres modificirenden Einflusses auf die Glieder der Kette nach der einen durch die Qualität und Anordnung der sie bestimmenden Glieder der Kette bestimmten Seite, als nach der andern, und wenn dieser Einfluß verschieden war, die Vertheilung dieser Gegensätze nach der Vertheilung der Qualitäten der Glieder der Kette. Es gehören hierher die Versuche über die sogenannte Richtung der Galvanischen Action; über die Verschiedenheit der Modificationen der Erregbarkeit thierischer Organe nach der Verschiedenheit ihrer Armaturen und dem Verhältniß derselben zu den übrigen Gliedern der Kette; über die Verschiedenheit der Empfindung bey der Einwirkung des Galvanismus auf die Sinnesorgane durch die nemlichen Umstände bestimmt; und mehr oder weniger auch die Versuche über größere

oder mindere Verwandtschaft der Galvanischen Leiter zu der Galvanischen Action, oder die in dieser Abhandlung weitläufig zergliederten Versuche über die Ableitung derselben.

§. 93.

Etwas den Versuchen der ersten Art in der anorgischen Natur Correspondirendes kennen wir vor der Hand, wie schon oben bemerkt worden, noch nicht, da sie Contractionen betreffen, und diese nichts als den Eindruck, den der Ein- und Austritt der Galvanischen Action in aus dem erregbaren Organ oder bloß seinen Nerven, auf dasselbe macht, bezeichnen. Noch weniger kann von etwas, der dritten Art von Versuchen über die entgegengesetzten Empfindungen Aehnlichem, die Rede seyn. Bloß die zweyte und vierte Gattung Versuche wird einer Vergleichung mit Correspondenzen in der anorgischen Natur fähig seyn. Zunächst von der ersteren. — Eben dieselbe Action, welche in ihrer Fortdauer auf den dynamischen Zustand eines erregbaren Organs so mächtig einwirkt, ist es auch, welche die vorher beschriebenen Veränderungen der anorgischen Körper bestimmt, und was für das erregbare thierische Organ Modification seiner Erregbarkeit ist, wird für den anorgischen Körper Umänderung seiner chemischen Qualität seyn müssen. Soll sich diese aber wirklich als chemisch äußern, so wird sie nothwendig in Zersetzung voriger und Zusammensetzung neuer Verbindungen übergehen, und zwar führt die Zersetzung des einen Individuum nothwendig die Verbindung wenigstens des einen seiner Bestandtheile mit dem andern Körper oder einem seiner Bestandtheile mit sich. Dieses wird es seyn, was sich vielleicht eben so nach gewissen Seiten richten könn-

te, wie es die Qualität der Veränderung der Erregbarkeit thierischer Organe kann; Oxydation des festen Körpers begleitet von einer Desoxydation des flüssigen ist es, was wir bisher beobachtet haben, und wenn dies im Wo (entweder bloß dem Grade, oder auch der Art nach) verschieden seyn soll, so bleibt in dem Fall, daß zwey heterogene feste Körper in der Kette gegenwärtig sind, wie das in unsern Versuchen der Fall ist, nichts übrig, als, welcher Körper von beyden als oxydirbarer dieser Proceß eingeht, auf welcher Seite also das Wasser (allein oder vorzüglich) desoxydirt werden werde. Und wirklich findet sich etwas, was dieser Forderung vorzüglich entspricht. Wir haben nemlich vorhin bloß auf die grössere oder alleinige Oxydation der festen Körper bey geschlossener Kette, wenn sie bey ungeschlossener geringer war oder ganz fehlte, gemerkt, noch nicht aber genau untersucht, ob und welcher von beyden festen Körpern diesem Mehr oder Allein vorzugsweise vor dem andern ausgesetzt sey. Folgender Versuch wird hierüber genauere Aufklärung verschaffen.

§. 94.

Ich bohrte in ein hölzernes Brettchen vier Löcher dergestalt, daß jede zwey von ihnen einige Zoll von einander abstanden, die Löcher jedes Paares aber wieder bald zwey, drey oder vier Linien Zwischenraum zwischen sich hatten. Durch das eine Loch des einen Paares steckte ich eine Stange Wismuth, durch das andere eine von Zink, beyde perpendicular, und durch die Löcher des andern Paares zwey dergleichen Stangen auf eben die Art. Die Zinkstange des einen Paares verband ich oberhalb dem

Brettchen mit der Wismuthstange desselben durch ein Stück Metall, bald Zink, bald Wismuth, oder irgend einen andern festen Leiter des Galvanismus. Die Metallstangen des andern Paares liefs ich ohne Verbindung. Auf einer Glastafel wurden nun in einer gleichen Entfernung von etlichen Zollen innerhalb zwey mit Fett gezogene Quadrate in jedes vier Tropfen destillirtes Wasser gebracht, und diese Tafel horizontal unter die, in dem, zwischen zwey Büchern festgehaltenen Brettchen, perpendicular stehenden Metallstangen so gestellt, daß jede zwey der glatt gefeilten Grundflächen dieser Metalle mit ihrem Wasser, nicht aber mit der Glasplatte selbst, in Berührung standen; überall wurden die Umstände gleich gesetzt, und die ganze Vorrichtung bey einer Temperatur von $16-18^{\circ}$ Reaum. in Ruhe gelassen. Schon nach einer halben Stunde, noch mehr aber nach drey Viertelstunden war um die Zinkstange der geschlossenen Kette eine milchichtweisse Scheibe entstanden, die sich nach dem Wismuth hin zog, und die Gestalt eines halben Mondes hatte, indess um die Zinkstange der ungeschlossenen Kette herum noch nichts zu sehen war. Nach vier Stunden endlich wurde alles wieder auseinander genommen. Um den Zink der ungeschlossenen Kette hatte sich zwar ebenfalls ein schwaches Viereck von Zinkkalk gebildet, aber concentrisch mit dem Mittelpunkt der viereckigten Zinkstange, und seiner Intensität nach gar nicht zu vergleichen mit dem um die Zinkstange der geschlossenen Kette entstandenen, der noch immer sein halbmondförmiges und sehr ausgedehntes Ansehen hatte, und von Zeit zu Zeit sich immer mehr vergrößert hatte. Der Zink des kleinen Ringes war weit weniger angefressen, als der des zweyten grösseren. Aber von

Verkalkung um das zweyte Glied beyder Ketten um den Wismuth herum, war nicht ein Atom zu entdecken, er war in beyden Fällen gänzlich leer.

§. 95.

Ich habe den vorigen Versuch öfters, und auch mit Zink und Silber wiederholt, durchaus aber mit dem nemlichen Erfolg; und daß nicht bloß die Berührung des Zinks vom Wismuth, unabhängig von dem Geschlossen-seyn der Kette diese verstärkte Oxydation begründe, wies sich dadurch aus, daß jene beträchtliche Differenz in der Oxydation des Zinks noch immer Statt hatte, wenn in der ungeschlossenen Kette an den Zink ein Stück Wismuth oder Silber gebracht wurde, ohne diesen Zink mit dem mit seinem untern Ende im Wasser stehenden Wismuth wirklich zu verbinden, wiewohl es möglich, ja sehr wahrscheinlich ist, daß auch eine solche bloße Berührung ohne Verbindung zur Figur einigen Einfluß auf jenen Proceß haben kann, dessen Grad aber vielleicht zu dem bey geschlossener Kette eintretenden in einem nicht viel größern Verhältniß steht, als der Grad der Reitzung eines thierischen Organs durch Berührung seiner Nervenarmaturen mit einem zweyten in den sogenannten Galvanischen Versuchen ohne Kette zu dem bey der wirklichen Schließung der Kette mit demselben zweyten Körper entstehenden. (So findet sich vielleicht auch fogar für Galvanische Versuche ohne Kette mit homogenen Metallen [f. v. Humboldt. a. a. O. B. 1. S. 42. u. f.] etwas Aehnliches in der anorganischen Natur darin, daß der Grad der Oxydation eines Metalls bloß dadurch modificirt wird, daß bey gleichen Flächen, wel-

che der oxydirbare Körper dem desoxydirbaren Medium darbietet, die homogene in Continuität oder Contiguität unter sich stehende Masse desselben bald gröfser oder bald geringer ist.)

§. 96.

Es hat also in unsern Versuchen etwas sich eben so für gewisse Körper Entscheidendes Statt, wie in den gewöhnlichen, mit einem Gemisch aus thierischen und nicht thierischen Substanzen angestellten. Bekanntlich wird von zwey Schenkeln, die mit zwey verschiedenen Metallen auf die Art, wie *c* und *d* von *a* und *b* in *Fig.* 146., armirt sind, und längere Zeit in der geschlossenen Kette erhalten werden, die Erregbarkeit desjenigen, dessen Nerven (γ) auf dem Metall (*a*) liegt, was das andere (*b*), wenn es in Säuren aufgelöst wäre, metallisch niederschlagen würde, sehr geschwächt, oder bey hinlänglicher Dauer des Geschlossenbleibens der Kette gänzlich vernichtet, indess die des andern Schenkels, dessen Nerv (δ) auf dem liegt, was durch jenes aus seiner sauren Auflösung präcipitirt wird, — wiewohl nur inner den Grenzen einer gewissen durch den Zustand des Organs selbst bestimmten Zeit — gerade die umgekehrte Modification erleidet. Das Umgekehrte dieses Erfolgs hängt von dem verschiedenen Verhältnifs der Nerven beyder Schenkel zu der wirkfamen Kette ab; der eine von ihnen, γ , steht in Rücksicht seines Laufes nach den Muskeln, in die er sich vertheilt, zu der übrigen Kette in einem Verhältnifs, was das entgegengesetzte von dem des Nerven γ ist, und beyde Nerven werden auf homogene Art modificirt, wenn beyde homogene Verhältnisse zu der Kette haben, wie in *Fig.* 147. und

148.; Erfahrungen, welche uns in Verbindung mit andern auf eine sehr merkwürdige Eigenschaft lebender Nerven überhaupt, die man ihre Polarität nennen kann, leiten, und die den Gegenstand einer eigenen in der Fortsetzung dieser *Beyträge* zu liefernden Abhandlung ausmachen wird. Ob aber schon der Erfolg für *c* und *d* in *Fig.* 147. wie in *Fig.* 148, homogen ist, so gleicht doch das Homogene in der ersten keinesweges dem Homogenen in der letztern *Fig.*, sondern diese sind sich einander gerade so entgegengesetzt, wie es in *Fig.* 146. der Effect der Action auf *c* war zu dem auf *d*. Man begreift aber nicht, wie diese entgegengesetzten Producte möglich sind, wenn die ganze feuchte Körperreihe $\gamma c \delta d$ in *Fig.* 147. oder $c \gamma d \delta$ in *Fig.* 148. von dem Berührungspunkt *a's* mit γ oder *c* bis zu dem *b's* mit *d* oder δ durch die Action der Kette eine in allen ihren Punkten ihrer Ausdehnung völlig sich gleichende Modification erlitte, denn dann ist ja das Verhältniß dieser Modification zu dem Nerven γ und δ in *Fig.* 147. als Nerven dasselbe, wie das derselben in *Fig.* 148., und es müssen gleiche Producte aus derselben hervorgehen. Da sie aber dennoch entgegengesetzte sind, so kann der Grad bloß in der primären Modification der mit anorganischen Substanzen in dieser Hinsicht gleich wirkenden Masse durch die Action der Kette, die nun ihre weiteren Folgen für diese Masse als thierisch-erregbaren Stoff, hat, und in welcher bereits das Schema der Heterogenität enthalten seyn muß, was sich nachher mehr oder minder mittelbar in den verschiedenen Modificationen der Erregbarkeit ausdrückt, die jene Nerven nach ihrem verschiedenen Verhältniß zur Kette, oder eigentlich zu der Anlage dieses Grundschema erleiden, liegen. Dieses Heterogene innerhalb des Homogenen, was noth-

wendig schon in den ersten Grund dieser Erscheinungen, in die Action der Kette, fallen, und dessen Beschaffenheit, Grade, u. s. w., sich nach der Qualität der die Kette construirenden, und damit die Action der Kette selbst begründenden Glieder richten muß, wird sich in jeder andern Galvanischen Action, die es nur wirklich ist, wieder finden müssen; — und so dürfen wir allerdings die sich für das eine Glied der Kette vorzugsweise vor dem andern entscheidende Oxydation desselben in den vorigen Versuchen bereits für etwas halten, was Folge jener Heterogenität für die chemische Qualität der Glieder ist; eine Verschiedenheit, die aller Wahrscheinlichkeit nach nicht sowohl von der Modification der Oxydabilität der festen Körper, als von einer Umstimmung der Desoxydabilität des flüssigen Körpers, in unserm Falle des Wassers, herrührt, in welche letztere sicher jene Heterogenität, die aus dem umgekehrten Erfolg für in umgekehrten Verhältnissen zu der Construction der Kette sich befindende reizbare Organe aus der Action derselben deutlich hervorgeht, fällt, so daß in *Fig. 109.* das Wasser γ nach a zu vielleicht eine Modification seiner Qualität erleidet, welche die umgekehrte von der nach b hin ist, und welcher beyder Momente des Steigens und Fallens dem Moment der Action der Kette, und somit ihres Einflusses auf organische, wie auf anorganische Körper parallel geht.

§. 97.

Wir unterlassen indessen vor jetzt noch eine fernere Untersuchung hierüber, da sie aus Mangel an hinreichenden Thatfachen ziemlich ungewiß und hypothetisch ausfallen, folglich wenig Nutzen haben würde. Die

Folge muß lehren, ob so wie die Oxydabilität des einen festen Körpers erhöht scheint, die des andern vermindert, auf gleiche Art die Desoxydabilität der Flüssigkeit von ihren Grenzen mit dem ersten Körper aus erhöht, von denen mit dem andern aus vermindert wird, ob beydes zugleich, oder nur eines, und welches von beyden, Statt hat, u. s. w. Wir bleiben vor der Hand bey der an gewisse Qualitäten gebundenen durch die Action der Kette bestimmten Qualitätsänderung stehen, und nehmen aus der Uebereinstimmung dieses Erfolgs mit dem aus den Versuchen, bey denen zugleich thierische Theile gegenwärtig sind, als nothwendig Folgenden, bloß das, was wirklich in ihr liegt, nemlich ein Argument mehr für die Identität der Action in solchen Galvanischen Ketten, an deren Bildung thierische Theile Antheil nehmen, und der in solchen, bey denen alles Thierische wegfällt. Eine genauere Zusammenhaltung des Erfolgs für anorganische Körper mit dem für organische, z. B. der Desoxydation des Wassers mit der stärkern Zuckung des Organs bey der Schließung der Galvanischen Kette auf derselben Seite, wo die stärkere Desoxydation der Flüssigkeit Statt findet, und ferner mit der auf dieselbe folgenden Depressio der Erregbarkeit des Organs, wird erst dann erlaubt und interessant seyn, wenn wir uns über die Natur der Nerven, und besonders über eine an ihnen sehr deutlich zu bemerkende Polarität, und eben so über die Möglichkeit polarischer Vertheilung chemischer Qualität und der damit bestimmten Prozesse, u. dergl. m., genauer unterrichtet haben werden.

Noch haben wir mit einigen Worten der Versuche zu gedenken, welche die Identität der Galvanischen Action in Ketten aus bloß anorganischen, und in solchen, an deren Bildung auch thierische Stoffe Antheil nehmen, auch in Rücksicht ihrer Leitungsbedingungen und der durch diese begründeten Ableitung derselben darthun. Der roheste Versuch lehrt, daß alle Körper, welche Leiter der Galvanischen Action in Versuchen der letzten Art sind, es auch für die in denen der ersten Art sind, und eben so, daß beyde durch die nemlichen Körper unterbrochen oder isolirt werden; ja selbst die wenigen Körper, welche für gute Leiter der Electricität ausgegeben werden, die Galvanische Action aber isoliren, thun dieses eben so gut mit der in rein anorganischen Ketten, als in denen, welche thierische Theile enthalten, wie ich es durch eigene Versuche selbst bey der Lichtflamme und trocknen Knochen bestätigt gefunden habe. Aber auch innerhalb der Sphäre der Galvanischen Leitung gehen die Grade derselben bey den verschiedenen Körpern in beyden Fällen parallel. Es ist schon in der vorigen Abtheilung dieser Abhandlung erwiesen worden, daß der Bogen *r*, *s*, oder *t* in *Fig.* 117. oder *r* (u. f. w.) in *Fig.* 120 — 124. (u. f.) als bloßes Reagens einer bereits in der Kette vorhandenen Action wirke, woraus denn, da letztere ausschließlich aus anorganischen Körpern gebildet wurde, das folgte, was die in dieser Abtheilung erzählten Versuche so genau bestätigt haben, nemlich, daß in Ketten aus nichts als todtten Körpern gebildet, eben so gut Action möglich sey, als in solchen, in deren Construction lebende thierische Theile verwebt sind. Es fand sich ferner, daß die Wirkungsart dieses Bogens

vorzüglich in einer Ableitung der in der Kette vorhandenen Action in ihn bestehe, und die Unwirksamkeit dieses Bogens in *Fig. 133.*, wo er an den einen festen Leiter angebracht ist, der aber vorigen Versuchen zu Folge auch in weit höherem Grade als dieser Nerv und andere thierische Substanzen leitet, ferner die oben bereits angeführte Bemerkung des Hrn. Pfaff, daß in *Fig. 36.* die Unterlage *s*, die, wie durch *Fig. 39.* u. f. aufs strengste erwiesen ist, hier durch Ableitung wirkt, die Wirkungen in einem mit ihrer jedesmaligen Qualität im genauesten Verhältniß stehenden, und mit diesem sich ändernden Grade schwächte, u. m. a. Erscheinungen, beweisen zur Genüge, welchen Antheil der Grad der Leitungsfähigkeit eines Körpers an diesen Erscheinungen habe. Aber diese Erscheinungen ändern ihr Gesetz nicht, es seyen thierische Theile in der Kette, und man vermuthet also, daß von ihnen die Wirkung herrühre, oder diese fehlen; sie bleiben, wie wir überall gesehen haben, genau dieselben, und zeigen so, da die Bedingungen der Leitungen eines Etwas mit der Natur desselben in der genauesten Verbindung stehen, deutlich genug, daß auch ihr Grund, die Galvanische Action, in dem einen Falle wie im andern, ihrer Natur nach dieselbe seyn müsse.

§. 99.

Der Vollständigkeit wegen sollten wir nach allen diesen Beweisen der Identität der Galvanischen Action in beyden Fällen noch die Versuche über beschleunigte Oxydation der festen und Desoxydation des flüssigen Körpers in geschlossenen Ketten, deren gemeinschaftliches Schema die *Fig. 109.* ist, nach allen den Hauptmodifi-

cationen durchführen, deren Galvanische Ketten überhaupt fähig sind. Ich habe bisher, da ich überhaupt diese Erscheinungen erst seit wenigen Monaten kenne, noch nicht Zeit gehabt, sie auf alle mögliche Art abzuändern; aber wir bedürfen auch dieser Abänderungen vor jetzt gar nicht, da uns die wenigen erzählten Versuche aus dem Gesichtspunkt, aus welchem wir sie hier nehmen, eben so viel geben, als das Resultat aller übrigen. Sie haben uns bloß zur Bestätigung der Richtigkeit unserer Folgerungen aus den bereits in der ersten Abtheilung angeführten gedient, und da wir in jenen mit derselben Action zu thun haben, wie in diesen, so hat uns die dortige Durchführung der *Fig. 109. = Fig. 122.* durch *Fig. 123. bis 130. (und 134. bis 143.)* bereits alles gelehrt, was uns die gelungenste Durchführung der nemlichen *Fig. 109.*, wo nicht Contraction eines herbeigebrachten erregbaren Organs, sondern wie in §. 86. u. f. Oxydation des oxydirbareren Körpers unter beyden, die Anzeige vorhandener Wirkung ist, irgend liefern könnte. Es läßt sich indess aus dem wenigen uns Bekannten aus Versuchen der letzten Art fast auf den Erfolg aller dieser Modificationen der Construction der Kette mit großer Sicherheit schließen. Dafs in Ketten aus bloß festen Körpern, wie *Fig. 107.* keine Erhöhung der Oxydation Statt finden könne, ist eben schon dadurch gewifs, dafs von dieser *Fig.* alle Feuchtigkeit ausgeschlossen ist, die doch eben eine der ersten Bedingungen eintretender Oxydation ist. Die Unwirksamkeit der Kette *Fig. 130.*, die völlig zwey einander bloß berührenden Körpern in *Fig. 149.* aus demselben Grunde gleich gilt, aus welchem wir oben die Identität der *Fig. 110.* mit 111. und 112. dargethan haben, ist schon aus dem vorhin

in §. 93. u. f. erzählten Erfolg in ungeschlossenen Galvanischen Ketten gewiß, bey welchen *Fig. 112.* etliche Male vorkommt, und daß *Fig. 127.* eben so wenig Galvanische Action begründen könne, zeigt ihre auf ähnliche Art zu beweisende Identität mit *Fig. 150.*, deren Schema schon in §. 94. in seinem Erfolg als höchst verschieden von geschlossenen wirklichen Ketten angeführt wurde, und die in ihrem Unvermögen, Galvanische Action zu begründen, jeder andern ungeschlossenen Kette gleich kommt. Aus demselben Grunde ist *Fig. 129.* = *Fig. 151.* Anders aber ist es mit der durch Hülfe thierischer Organe als wirksam erwiesenen *Fig. 128.* Der nemlichen Ursache zu Folge, nach welcher *Fig. 149.* = *Fig. 150.* und *Fig. 112.* = *Fig. 110.* = *Fig. 130.*, ist auch $a\gamma a$ in *Fig. 128.* = *Fig. 130.* = *Fig. 149.*; da aber *Fig. 149.* = *Fig. 152.* ist, so ist offenbar *Fig. 128.* ganz gleichbedeutend mit *Fig. 153.*; diese aber, da die Berührung $a's$ von γ ersterem immer noch den Character der Festigkeit in seiner hier andern Körpern sich gegen über stellenden Qualität läßt, wiederum gleich der *Fig. 109.*, deren Wirksamkeit aber von allen Seiten auf das triftigste bewiesen worden. Wir dürfen also mit Zuversicht erwarten, daß künftig anzustellende Versuche Resultate geben werden, die diesen genau entsprechen werden, und daß in reducibaren Figuren nie werde mehr gewirkt werden, als in den Linien, auf die sie reducibar sind. (Ueberhaupt verdient es wohl einer Bemerkung, daß diese Art, Galvanische Ketten, selbst sehr combinirte, zu reduciren, weit vorzüglicher ist, als die, deren ich mich in meiner ersten Schrift über den Galvanismus (Beweis, u. s. w.) bedient habe. Das daselbst für die Wirksamkeit und Unwirksamkeit Galvanischer Ketten aufge-

stellte allgemeine Gesetz: „Alle Galvanische Ketten, die sich durch irgend zwey Punkte in zwey gleiche Theile theilen lassen, sind unwirksam; nur im Gegentheil sind, wirksame möglich“, läßt sich viel bestimmter auf folgende Art ausdrücken: „Alle Galvanische Ketten, die sich auf ungeschlossene, oder: alle Figuren, die sich auf Linien reduciren lassen, sind unwirksam, und nur im entgegengesetzten Fall sind wirksame Ketten möglich.“ Denn unter Galvanischer Action, unter Galvanismus verstehen wir eben nichts weiter, als diejenige Action, die erst mit dem Uebergang der Linie zur Figur beginnt; diese muß aber gleich Null seyn, wenn die Figur selbst nichts ist, als ein anderer Ausdruck ein und derselben Linie. Ich würde von dieser Reductionsmethode eher Gebrauch gemacht haben, wenn sie mir nicht erst in der Folge der Ausarbeitung dieser Abhandlung eingefallen wäre; sie soll also an einem andern Orte ihre weitere Ausführung erhalten.)

§. 100.

Endlich wird man an uns noch die Frage thun, ob jene beschleunigte Oxydation der Metalle in Ketten gehöriger Construction nur bey Abwesenheit thierischer Organe Statt finde, oder ob sie auch in ihrer Gegenwart vor sich gehe. Denn im ersten Fall würde ja eben dieser Erfolg darauf deuten können, daß hier eine Action der Kette Statt hätte, die eine ganz andere seyn müßte, als die im letzten Fall, indem sie sich auf eine ganz von der verschiedene Art äußerte, welche in diesen Statt findet, wenn thierische Organe in ihr gegenwärtig sind, und man wäre also immer noch berechtigt, etwas eigenthümliches

in den Einfluß thierischer Organe auf die Action der Kette zu setzen, und ihnen folglich eine Wirkung zuzuschreiben, die ihnen bloß als solchen zukäme. Aber nicht zu gedenken, daß dadurch in alles das, was wir bereits im Vorigen über die Identität beyder Actionen ausgemacht haben, Widerspruch käme, ein solcher Widerspruch aber schlechtbin unmöglich ist, da es ein Widerspruch der Natur mit sich selbst seyn müßte, lehren rohe Erfahrungen schon das offenbare Gegentheil, indem ich, durch jene Oxydationsversuche aufmerktsamer darauf gemacht, mehrmals bemerkt habe, daß solche Metalle, wie Zinn und Zink, vorzüglich das letztere, in der That an der Stelle, wo sie mit feuchten Organen längere Zeit in Berührung standen, deutlich stärker oxydirt waren, wenn die sehr wirkfame Kette geschlossen war, als wenn sie offen blieb; und diese Beobachtung mag indess so lange zeigen, daß auch in dieser Hinsicht die thierischen Organe die Action der Galvanischen Kette nicht besonders modificiren, bis genauer, etwan nach dem Schema der *Fig. 145.*, wo man *c* wegdenke, angestellte Versuche, zu denen mir jetzt eben die Umstände nicht günstig sind, dieselben auf das genaueste bestätigen. — Mit eben der Gewisheit läßt sich vielen Gründen zu Folge voraussehen, daß auch umgekehrt diese Oxydation der Metalle während dem Geschlossenseyn der wirkfamen, erregbare thierische Organe enthaltenden Kette den Einfluß der Action derselben auf die letztere, als Erregbarkeit modificirend, keinesweges ändern werde, oder daß alle ja hieraus hervorgehende mögliche Verschiedenheit, die etwan durch das Beymischen der wenigen oxydirten Metalltheilchen u. s. w. zu den Gliedern der Kette entstehen könnte, bloß in Grade fallen werde, die so unendlich

klein und unbemerktbar sind, als die Ursache jener Verschiedenheit selbst; nur wird man bey dem Ueberschlag des Erfolgs Versuche dieser Art nicht vergessen dürfen, auf die, an sich doch immer aber auch nur graduellen Differenzen, die von den oben kennen gelernten verschiedenen Leitungskräften verschiedener feuchter Substanzen, dergleichen ja auch hier Wasser, Nerv, Muskel, u. dergl. sind, herrühren müssen, diejenige Rücksicht zu nehmen, auf welche diese Umstände so gerechten Anspruch zu machen haben.

§. 101.

Alles hat sich bisher vereinigt, darzuthun, daß in Ketten aus bloß anorganischen Körpern dieselbe Action Statt haben könne, wie in solchen, welchen organische und zwar thierische Theile beygemischt sind, und daß sie in beyden Fällen dieselben Gesetze befolgt. Zur Führung des directen Beweises dieses Satzes hatten wir bisher nur eine Art von Erfahrungen, nemlich die über beschleunigte Oxydation oxydirbarer Galvanischer Leiter mit dem Eintritt der Schließung der Kette. Sollte denn dies aber wirklich das einzige Product seyn, in welchem sich eine solche Wirksamkeit dem Sinne offenbaren könnte? — Der innige Zusammenhang chemischer Qualität mit den physischen Eigenschaften eines Körpers, auf den der Naturforscher so oft stößt, und welchem genauer nachzuforschen, auch in der Fortsetzung dieser Beyträge unser vorzügliches Augenmerk seyn wird, sollte er uns nicht auf die Vermuthung bringen, daß auch noch in andern Hinsichten, wo nur das Product eben nicht unmittelbar chemisch erscheinen kann, sich etwas ähnliches finden werde, um so mehr, da es in der Folge immer

deutlicher werden wird, daß doch alle Änderung physischer Qualität zuletzt nichts als ein mehr oder weniger verlarter chemischer Proceß sey? — Ich will nicht alle die Fälle durchgehen, in denen wir aus Gründen Äußerungen dieser Art zu erwarten haben möchten, ich will nur mit wenigen Worten diejenigen anführen, die einzelnen Beobachtungen zu Folge, so unvollkommen sie auch seyn mögen, mir doch vor allen einer nähern Prüfung werth zu seyn erschienen haben.

§. 102.

Ich habe mehrmals bemerkt, daß in den Versuchen über die mit der Schließung Galvanischer Ketten beschleunigte Oxydation des oxydirbareren Körpers bey gleichen Mengen Wasser in der geschlossenen und ungeschlossenen Kette, das Wasser in der ersteren beträchtlich früher gänzlich verdunstet war, als in der letztern, obgleich beyde Metalle das Wasser in beyden genau auf dieselbe Art berührten, und also kein Unterschied zwischen beyden Fällen da war, als daß sich in dem letzten die Metalle nicht selbst wieder unter einander berührten. Ich habe zwar auch in andern Fällen keinen Unterschied in der Zeit der Verdunstung, ja einmal sogar die frühere in der ungeschlossenen Kette wahrgenommen, iudess war doch die Mehrheit der Fälle früherer Verdunstung auf der Seite der geschlossenen Kette; es wird folglich erlaubt seyn, einen Zusammenhang zwischen beyden so lange zu vermuthen, bis ganz genaue directe Versuche den Einfluß der Galvanischen Action auf die Verdampfung des Wassers und ähnlicher Flüssigkeiten entweder bestätigt oder wi-

derlegt, und so entschieden haben, ob wir auf diesem Wege nicht noch zu einem Mittel gelangen werden, die Gröſſe Galvanischer Wirkſamkeit, nachdem durch ihren Einfluß auf eine Flüſſigkeit mehr oder weniger derſelben verdunſtet, als auſſerdem geſchehen würde, durch die Waage ſchätzen zu können.

§. 103.

Von gleichem Intereſſe möchte es ſeyn, genaue Unterſuchungen darüber anzustellen, ob ſich die in geſchloſſenen Galvaniſchen Ketten vorhandene Action nicht auch durch irgend einen Einfluß auf die Kryſtallification in Waſſer oder andern den Galvanismus leitenden Flüſſigkeiten aufgelöſter kryſtallifirbarer Subſtanzen, offenbaren möchte. Zwar hat ſchon Hr. von Humboldt (ſ. deſſen Verſuche u. ſ. w. B. 1. S. 18.) Verſuche darüber angeſtellt, ohne ein merkwürdiges Reſultat zu erhalten; die Zeit mag indeſſen entſcheiden, ob der Erfolg in dem folgenden Verſuch ganz durch zufälliges Zuſammentreffen mehrerer Nebenumſtände veranlaßt wurde, oder ob das, was wir Galvaniſche Action nennen, wirklich einigen Antheil daran gehabt habe. In eine Auflöſung von reinem kohlenſtoffſaurem Natron in Waſſer, die noch warm und ſo concentrirt war, daſſ ſie beym Erkalten nothwendig kryſtallifiren mußte, und welche ſich in einem flachen breiten Gefäſſ befand, brachte ich, in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander, die untern Enden zweyer gleich geformter viereckigter Metallſtangen, von denen die eine aus Zink, die andere aus Wiſmuth beſtand, und die ich auſſerhalb der Flüſſigkeit durch ein drittes Metallſtück zur geſchloſſenen

Kette verband. In einen andern gleich groſſen
 Antheil derſelben Natronauflöſung, die ſich in einem
 zweyten Gefäſſ befand, ſtellte ich zwey den vorigen
 ganz ähnliche Stangen, ohne aber beyde unter einander
 durch eine dritte zur Kette zu verbinden. Beyde blieben
 an einem windſtilen Ort in gleicher Temperatur einige
 Stunden hindurch ruhig ſtehen; nach Verlauf dieſer
 Zeit fand ſich in beyden die Salzauflöſung ſehr ſtark
 kryſtalliſirt, und im letzten Gefäſſ hatten ſich an beyde
 Metallſtangen die Kryſtalle angeſetzt, ohne eben eine
 bemerkbare Verſchiedenheit dabey zu beobachten. Im
 erſtern Glaſe aber, wo beyde Metalle zur Kette verbunden
 waren, hatten ſich die Kryſtalle um den Zink gedrängt
 und ſtrahlenförmig angeſetzt, indess ſich an den Wiſ-
 muth nicht einer angelegt hatte, vielmehr um ihn rings-
 herum ſich ein leerer Raum von der Breite einer Linie
 ohngefähr gebildet hatte. — Ich habe den Grund dieſer
 Verſchiedenheit in keinen mir bemerkbar gewordenen
 äußern Umſtänden auffinden können, wozu aber vielleicht
 meine Ueberrafchung durch dieſen Erfolg, der mir ſo
 erwünſcht kam (ich kannte nemlich zu jener Zeit, vor $1\frac{1}{2}$
 Jahre, noch keinen andern unmittelbaren Beweis der
 Gegenwart des Galvanismus in Ketten aus bloß anor-
 giſchen Körpern, war aber doch bereits aus andern Ver-
 ſuchen überzeugt, daß ſie in denſelben wirklich Statt
 haben müſſe,) das Ihrige beygetragen haben kann. In
 der bloßen unmittelbaren Berührung zweyer Metalle
 werden bekanntlich beyde verſchieden electrifch, und
 von Zink und Wiſmuth, die hier angewandt wurden,
 erhält das erſtere die positive, das andere die negative
 Electricität. Die Zuſammenſtimmung dieſer Verhältniſſe
 mit dem Verhalten der Metalle in der geſchloſſenen

Kette, wo thierische Theile reagiren, welchem zu Folge man aus dem einen auf das andere, und umgekehrt, wie neuere Versuche beweisen, mit grofser Sicherheit schliessen kann, rechtfertigte es, wenn ich das Entgegengesetzte in der Form der Krytallgruppierung in dem obigen Versuch mit den, die Electricitäten, welche der Voraussetzung nach diese Metalle auch hier bekommen mußten, begleitenden und eben so entgegengesetzten Formen, zusammenhielt; um so mehr, da sich jede derselben gerade bey dem Körper einfand, dem sie aller Wahrscheinlichkeit nach zugehörte; und so hätte ich in diesen Versuchen den bestimmtesten unmittelbaren Beweis für die Gegenwart einer mit der Schließung der Kette gegebenen Action, und ihres Einflusses auf Krytallisation, gefunden zu haben geglaubt, wenn ich nicht schon bey dem nächsten Versuche nicht mehr dieselben Resultate erhalten hätte, und sie in den wenigen folgenden, vielleicht nicht ganz mit der gehörigen Sorgfalt angestellten, so schwankend gewesen wären, dafs ich unmöglich etwas Festes daraus zu nehmen im Stande war, und die Geduld verlor, Versuche dieser Art weiter fortzusetzen, bey denen man mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat, die so oft schon ihre Gegner ermüdet, und zu groben Täuschungen Anlaß gegeben haben. Demohingeachtet ist es nicht gut denkbar, wie sich diese im ersten Versuch gerade zu einem so täuschenden Erfolg vereinigt haben sollten, der also noch immer einer genaueren Prüfung werth zu seyn scheint.

§. 104.

Eine dritte Art, auf welche man wahrscheinlich eher und constanter dazu gelangen wird, diese Action ohne

erregbare thierische Theile in ihrem Product den Sinnen bemerkbar, ja so momentan, als letztere es durch ihre Contraction thun, und zwar sogar an der Waage, bemerkbar zu machen, beruht auf einem Princip, welches selbst erst Resultat einer Zergliederung verschiedener erst in der neuesten Zeit (von Hassenfratz) angestellter physikalischer Versuche ist, welche bisher noch nicht vorgenommen ist, und doch von uns vorher, was aber erst in der Folge geschehen kann, angestellt seyn muß, ehe dasselbe und mit ihm die Folgen daraus verständlich seyn können.

§. 105.

Es wird vom höchsten Interesse seyn, alle die möglichen Weisen, auf welche sich die Gegenwart der Galvanischen Action dem Sinne veräußert, aufzufuchen, nicht sowohl, um dadurch stärkere Beweise von dieser zu erhalten, denn dazu ist eine derselben schon hinlänglich, sondern vielmehr, um in Verbindung mit dem, was nur überhaupt Product Galvanischer Wirksamkeit, in welche Abtheilung der Natur es auch falle, seyn kann, die Materialien zu einem System der (einstweilen sogenannten) angewandten Galvanik zu liefern, dessen Fruchtbarkeit uns unendlich gegen den geringen Aufwand von Zeit und Geduld entschädigen wird, die wir auf die Begründung des Systems der reinen Galvanik, was gleichsam das Centrum ist, zu dem jenes als Peripherie gehört, zu verwenden haben. Man wird die Wahrheit dieser Behauptung schon bestätigt finden, wenn man auch nur das Wenige, was wir in den vorigen Blättern von dem Galvanismus und seiner Wirkungsäußerung in der anorganischen Natur kennen gelernt haben,

auf alle die Fälle anwendet, wo die nemlichen Bedingungen jener Wirkungsäufserung vorhanden sind, und mit ihnen also auch diese Statt hat. Man wird den Grund des Vorgangs in beyden identisch finden, und die verschiedenen Ausdrücke jener Wirkungen werden auf den causalen Zusammenhang des Galvanismus mit Processen aufmerksam machen, den man ohne diese Leitung vielleicht nie aufgefunden hätte. Es wäre leicht, eine Menge dieser Fälle hier aufzuführen; wir überlassen indess die Auffuchung und Zergliederung derselben vor der Hand dem Leser, da sie vor jetzt noch nicht anders als unvollkommen seyn würde, und wir viele derselben nur oberflächlich behandeln müßten. Erst dann also, wenn uns eine Reihe Erfahrungen in den Stand gesetzt haben, über diesen oder jenen dieser Fälle etwas Zusammenhängendes sagen zu können, werden wir sie nach und nach einzeln einer genauern Betrachtung würdigen. Vor der Hand also nur Ein Beyspiel, um zu zeigen, daß unsere Erwartungen in der That gerecht, und unsere Mühe nicht vergeblich seyn wird.

§. 106.

Ich habe bereits vor längerer Zeit (s. m. Beweis, u. f. w. §. 12. S. 52. u. f.) gefunden, daß die festen Leiter des Galvanismus, und unter diesen vorzüglich die Metalle, in ihrem Verhalten zum Galvanismus eine Reihe bilden, die identisch mit der ist, in welche sie sich in ihrer Eigenschaft, einander aus Säuren im regulinischen Zustand niederzuschlagen, stellen. Beyde Erscheinungen mußten irgend einen gemeinschaftlichen Grund, wie nahe oder ferne er auch liegen mochte, haben; so lange man aber die in der zweyten Abtheilung dieser Abhandlung

beschriebenen Versuche über den Zusammenhang der Galvanischen Action mit der Oxy- und Desoxydation der sie begründenden Körper nicht kannte, blieb die Auffindung desselben noch ein Problem. Aber jetzt wird dies leichter. — Zwey Metalle stehen unter sich, und beyde wieder mit Wasser in Berührung. Das oxydirbarere von ihnen oxydirt (verkalkt) sich; die Flüssigkeit wird desoxydirt. Es weist sich aus, daß dieser Vorgang Effect einer durch die Zusammenkunft der erforderlichen Bedingungen begründeten Galvanischen Action sey. Man denke sich jetzt die Auflösung eines Metalls, z. B. des Silbers (in Salpetersäure), in welche man einen Stab eines von denen Metallen gestellt hat, von welchen man sagt, daß sie größere Verwandtschaft zum Sauerstoff beßßen, als jenes in der Säure (im Zustand des Oxyds) aufgelöste Silber, diesen folglich dem Silber entzögen, und es so in seinem reinen Zustand, d. i. metallisch, daraus niederschlagen; man setze: Zink. Was findet Statt, sobald nur das erste Stäubchen Silber auf den Zink niedergeschlagen ist? — Genau die Bedingungen des vorhin erzählten Versuchs, dessen Erfolg so rein Galvanisch war, und mit ihm — was dort geschah. Die Oxydirbarkeit des Oxydirbareren von beyden, des Zinks, ist verstärkt, und somit seine Oxydation beschleunigt. Das Oxygen erhält dasselbe aus der Flüssigkeit, die hier die Stelle des Wassers in jenem Versuch vertritt, aus der Metallauflösung, welche mehrere oxydirte Stoffe, nemlich oxydirtes Hydrogen (Wasser), oxydirtes Azot (Salpetersäure) und oxydirtes Silber (Silberkalk) enthält. Natürlich wird (nach der bisherigen französischen Theorie) derjenige den Sauerstoff zu jener Oxydation des Silbers hergeben, der ihn unter allen am leichtesten gebunden

hält, oder, bey stärkerer Bindung, zur leichtern Trennbarkeit von ihm durch die hier so mannichfaltig zusammengefügten auf einen Zweck hinwirkenden (sogenannten) Verwandtschaften am meisten disponirt wird, oder, wenn es neueren Versuchen zu Folge wahrscheinlicher ist, daß alle Oxydation zunächst nur durch eine Zersetzung des Wassers vermittelt wird, so wird, wenn im einen Fall, wie im andern, der Zink das Wasser zersetzt, und dessen Wasserstoff entbindet, dieses Hydrogen doch wiederum denjenigen Körper desoxydiren müssen, der das Oxygen am leichtesten gebunden hält, oder dasselbe aus ähnlichen Gründen, wie vorhin an den Zink unmittelbar, leichter entläßt; und dieses Oxyd ist in unserm Fall der Silberkalk der Auflösung. Gleichzeitig mit der Oxydation des Zinks wird das Silber desoxydirt; jenes tritt, so wie es entsteht, an die Stelle, welche vorher das oxydirte Silber in der Auflösung einnahm, welches letztere, reducirt wie es jetzt ist, unter den eben vorhandenen Umständen keiner neuen Auflösung in der Flüssigkeit fähig, nun in seiner eigentlichen Gestalt, als metallisches Silber, erscheint, an das bereits ausgeschiedene, noch wissen wir nicht wie und warum, ansetzt, und nun von neuem den Proceß begründen und verstärken hilft, dem es selbst seine Erscheinung unter dieser Gestalt verdankt. — Dieser Proceß der Niederschlagung des einen Metalls durch das andere aus der Auflösung in Säuren im metallischen Zustande ist also ein völlig Galvanischer Proceß.

§. 107

Aber noch kommen hier zwey Umstände mit diesem Proceß in Verbindung, die ihm bis dahin, unserer Mei-

nung nach, noch völlig fremd waren. Erstens nemlich nimmt ja das sich niederschlagende Silber (und so in den andern möglichen Fällen jedes andere Metall, wenn nur das Ganze in gehöriger Ruhe gelassen wird,) eine bestimmte Gestalt an, deren Regelmäßigkeit am Dianenbaum, und andern Dendritenspielen, schon oft das Auge des Beobachters entzückt hat, und die sogar, wie ich zu bemerken schien, nachdem das niederschlagende Metall dieses oder jenes ist, eben so regelmässige Aenderungen (im Winkel des Ansetzens u. s. w.) erleidet. Hier steht also Bildung, Gestaltung im genauesten Zusammenhang mit dem Galvanismus; dieser tritt in einer neuen Qualität, als Form gebend, auf. Wir wissen noch nicht, ob nicht die Zerspaltung eines erstern Stammes in zweye bloß der Ausdruck eines Abstoßens des im Augenblick des Uebergangs in den festen Zustand homogene Pole — denn daß selbst Polarität dem Galvanismus nicht fremd ist, wird die Folge lehren, — Erhaltenden unter sich ist, und so der Dendrit mechanisch im Kleinen darstellt, was sich im allgemeinen Organismus der Natur dynamisch im Großen ausdrückt. Man schliesse weiter! —

§. 108.

Zweytens aber: Es kann seyn, wird man sagen, ja es ist sogar höchst wahrscheinlich, daß der einmal angefangene Proceß der Metallreduction auf nassem Wege wirklich ein Galvanischer Proceß sey, und das schließt sich vortreflich an jene Reihen, welche die Metalle in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen bilden, an. Wo kommt aber das erste Silberstäubchen her, was sich an den Zink ansetzt, und auf welches alles ankommt,

was sich im Verfolg des Processes zutragen soll? — Die Reihe, in welche sich die Metalle im Galvanismus, an welchem thierische Theile Antheil nehmen, und da, wo sie sich zwar, aber einzig auf Kosten des Wassers, oxydiren, stellen, ist ja eben die Reihe, die durch das Ansetzen dieses ersten Pünktchens des niederzuschlagenden Metalls gebildet wird, und ehe dieses erscheint, bemerkt man doch durchaus nur zwey heterogene, im Verhältniß des räumlichen Neben-einander befindliche Körper, in dem angeführten Falle nemlich den (homogenen) Zink und die (in sich eben so homogene) Silberauflösung, und selbst, wenn man sich die letztere durch die Berührung mit jenem, bis in eine gewisse Entfernung von ihm, modificirt vorstellen, und sich auf diese Art drey heterogene Körper bilden wollte, so stehen diese doch gar nicht in der zu Galvanischer Wirkung, allen bisherigen Versuchen nach, so nothwendigen Verbindung zur Figur, sondern noch immer in dem Verhältniß eines bloßen Neben-einander in der Linie. Wo liegt also der Focus, in welchem der Grund der bis hieher unter dem Namen Galvanischer Erscheinungen bekannten, und dieser, zusammentreffen? Und ist Triplicität, wie alles zeigt, die Fundamentalbedingung des Galvanismus, wo ist hier das dritte Glied zu suchen, was die ersten beyden zur Figur verbindet? Giebt es Fälle, wo jenes dynamische Etwas, welches bey der Gegenwart sichtbarer Triplicität in den einzelnen Factoren derselben ja ohnehin nur als in einem Gefäß enthalten ist, auch ohne diese Hülle gegenwärtig seyn kann, in die es sich erst dann zurückzieht, wenn es, nachdem es in jenem Zustand so gut wie in diesem seine Function verrichtet hat, sich dieselbe selbst erst bilden geholfen hat; und ist der vorige ein Fall die-

ser Art? — Vielleicht dürfte die Idee einer Qualität ohne Hülle nicht so sonderbar seyn, als es auf den ersten Anblick scheinen möchte; denn in welcher Gestalt erscheint denn diese nemliche Qualität gegen ihren Träger, ihre Hülle, selbst, und was ist der allgemeine Magnetismus der Erde in Bezug auf einzelne Individuen auf dieser, was ist selbst das Licht anders, als eine solche Qualität ohne Maske? Und muß nicht eine jede Kraft in um so weniger Hülle gefaßt seyn, je allgemeiner die Rolle ist, welche sie spielt? — — Ich will nicht sagen, was alles dieses ahnden lasse, es mag den denkenden Leser selbst überraschen, und für diesen wird der Gedanke auch nur Sinn haben, daß man in diesen Versuchen den ersten Anfang von etwas finde, was man inneren Galvanismus nennen, und dem entgegensetzen könnte, was uns bisher immer beschäftigt hat, und äußerer Galvanismus genannt werden könnte. — Und was ist denn auch am Ende selbst bey dem letztern das endliche Resultat alles Zusammenwirkens der drey- (oder mehr) thätigen räumlichen Individuen anders, als ein dynamisches In-einander? — Wären also beyde wirklich so weit von einander entfernt, als der erste Anblick überreden möchte? — — Daß übrigens eine solche Vereinigung beyder aus dem Galvanismus den Schlüssel zum Eingang in das Innre der Natur machen würde, bedarf keiner Erwähnung.

§. 109.

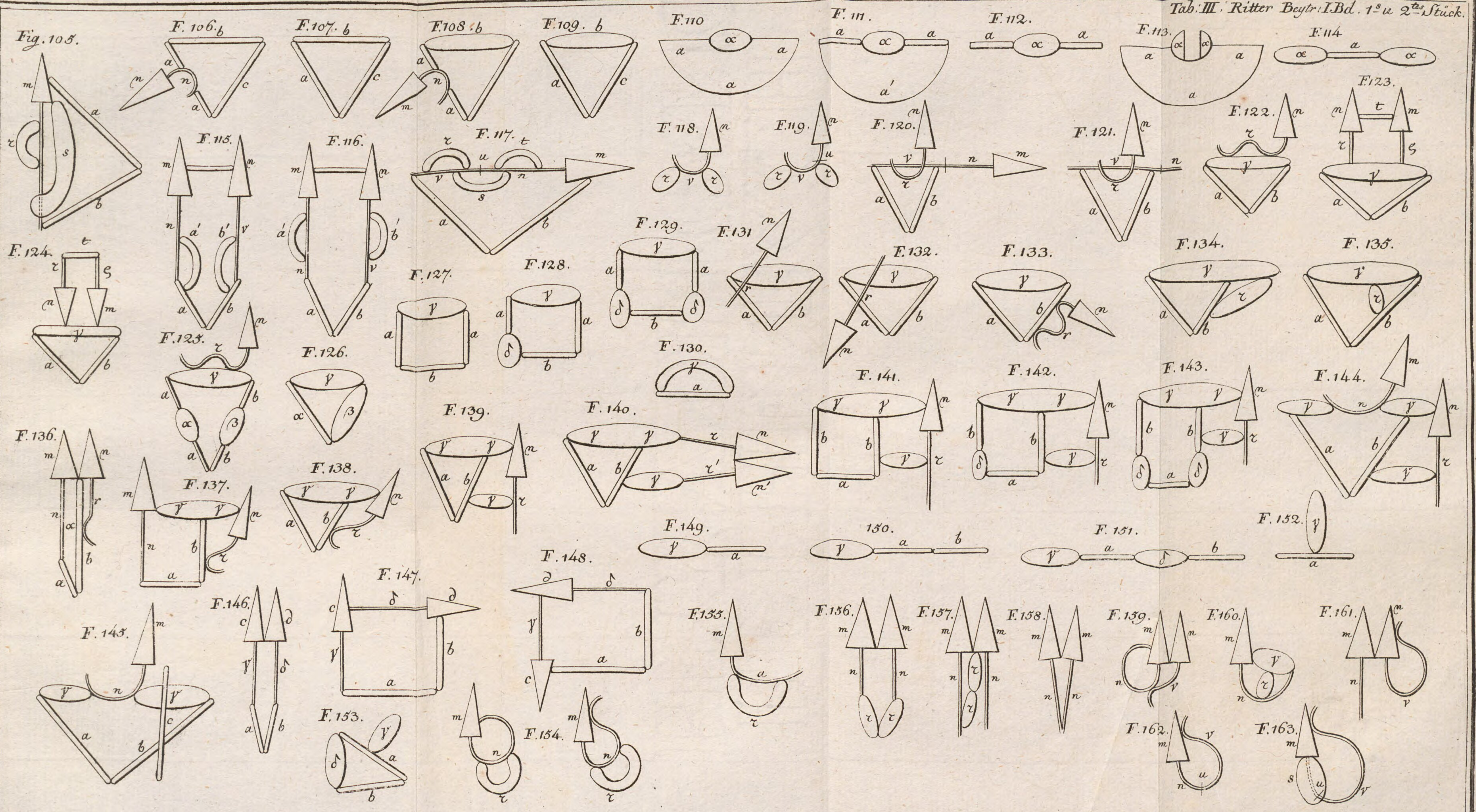
Dieses Beyspiel (§. 105 — 107.) aber, so fruchtbar es sich auch schon erwies, ist es in eben dem Grade noch in einer Menge anderer Rücksichten; sie werden indess nur durch Versuche deutlich werden, die erst in den fol-

genden Stücken dieser Beyträge ihren Platz finden können. Sie werden einen neuen Beweis davon gehen, wie tief man in die Geheimnisse der Natur wirklich eindringen könne, sobald man nur ein einziges Phänomen bis in die gehörige Ferne verfolgt. Die Rolle, in der sich der Galvanismus in der weitem Zergliederung jener Versuche zeigen wird, wird noch weit brillanter seyn, als sie dem vorhin Erzählten zu Folge schon scheinen mußte, und schwerlich wird eine andere Art von Versuchen so sehr im Stande seyn, eine beyden Naturreichen, dem anorgischen wie dem organischen, gemeinschaftliche Dynamik zu begründen, als eben diese. Doch, die wirkliche Darstellung des Ganzen selbst wird sein schönstes Lob seyn.

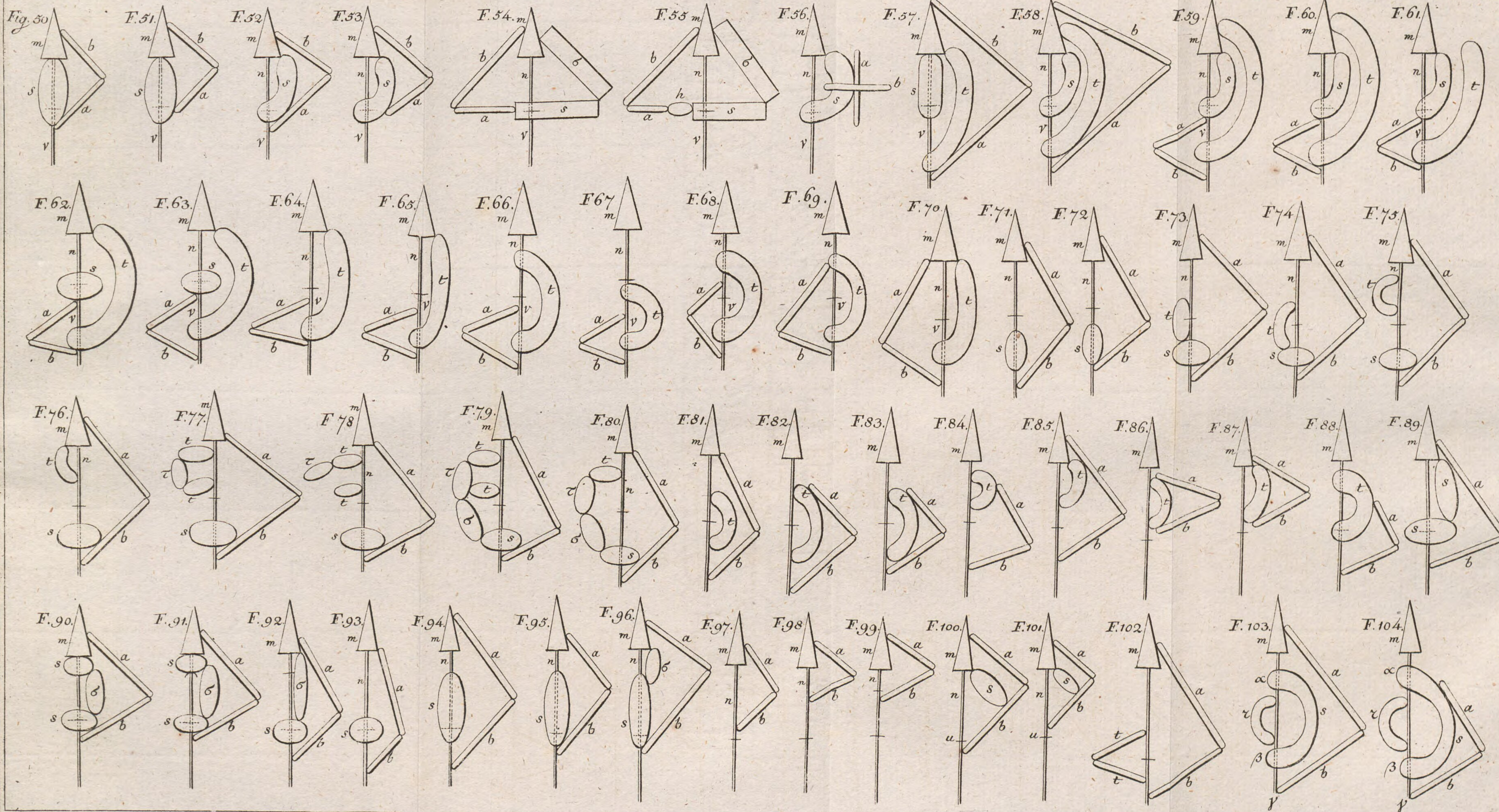
§. 110.

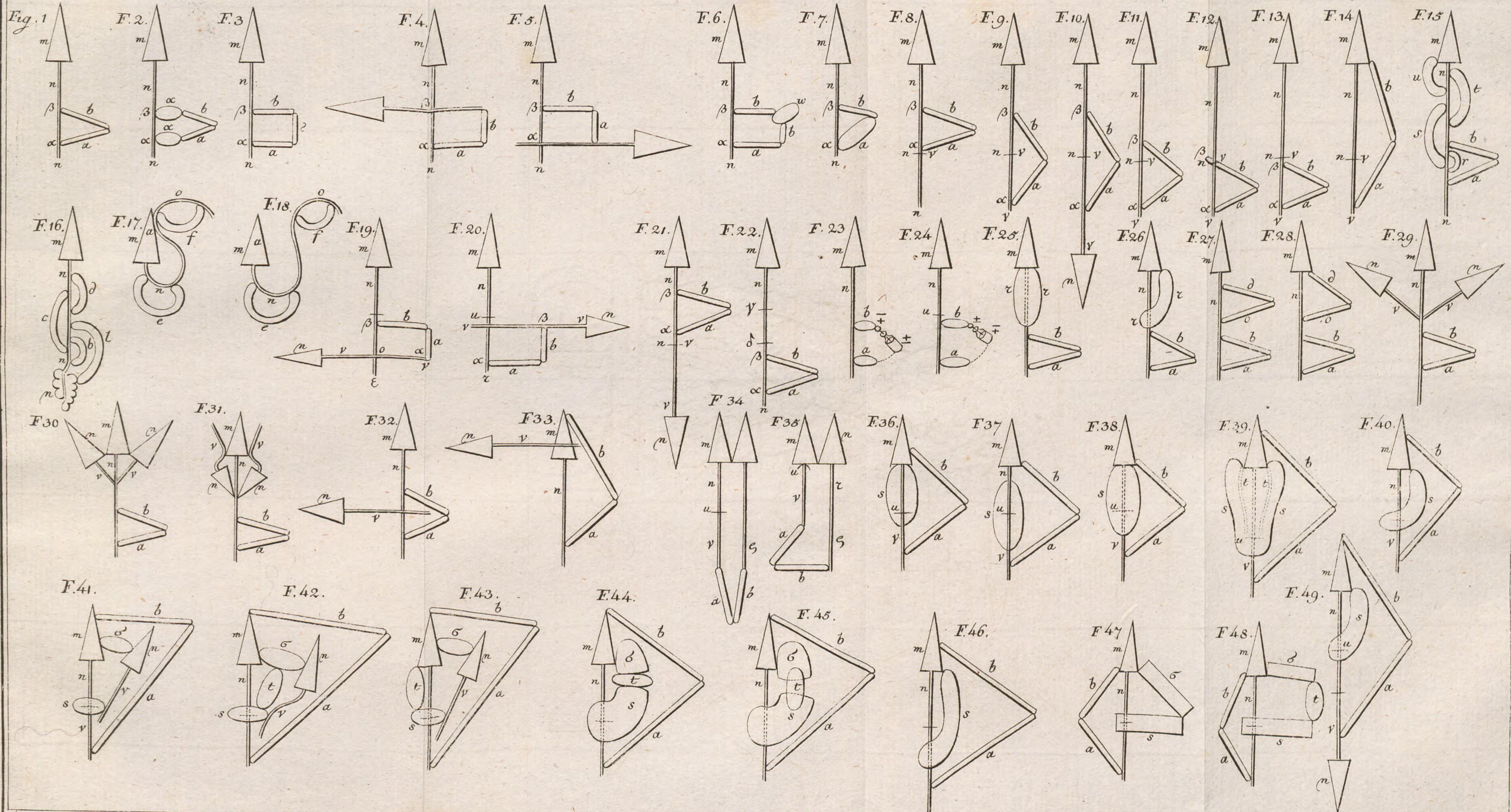
Ich schliesse demnach diese Abhandlung, und zwar mit der Ueberzeugung, durch sie fernere Untersuchungen begründet zu haben, deren Resultate uns gegen die wenige Zeit und Mühe, die wir auf dieselbe verwandt haben, in sehr hohem Grade entschädigen wird. Die Anstellung derselben wird uns in der Folge beschäftigen. Wir werden finden, daß auch die sogenannten Isolatoren des Galvanismus Galvanische Action zu begründen vermögen, und diese Action wird in allen Stücken identisch seyn mit der durch leitende Körper producirt. Das Thierreich und die todte Natur haben sich bereits zu Einem gemeinschaftlichen Resultat vereinigt; auch das Pflanzenreich wird sich von der Sphäre des Galvanismus nicht ausschließen. Alle Galvanische Action wird identisch erscheinen. Das Grundgesetz für die Bedingungen der Möglichkeit Gal-

vanischer Action ist auſſer der Heterogeneität der Individuen noch und vorzüglich Heterogeneität der Klaffen der Individuen. Es wird ſich zeigen, daſs Duplicität der Klaffen in der Triplicität der Individuen die Fundamentalbedingung jeder Thätigkeit ſey, daſs alſo alle Thätigkeit nach dem Schema des Galvanismus geſchehe, oder was richtiger iſt, daſs das Schema aller Thätigkeit auch das des Galvanismus iſt. Und ſo findet ſich vielleicht im Galvanismus das Centralphänomen, von dem Baco ſpricht, denn biſ jetzt iſt jener es allein, der allen Forderungen entſpricht, die man an dieſes zu machen hätte. — Die Natur iſt ſich überall gleich, denn alle Verhältniſſe in ihr haben nur Einen Exponenten. Jedes Phänomen iſt ſein Wiederſchein. O daſs man nichts ſo ſchwer begreift als — ſich ſelbſt.









Ritter, Johann Wilhelm,

Beyträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner
Untersuchung

Bd.: 1,1/2

Jena (1800)

Phys.sp. 569-1,1/4

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10138243-6

VD18 80324150-001